川气东送二线天然气管道工程
川渝鄂段（二阶段）
环境影响报告书
（征求意见稿）

建设单位：国家管网集团西南管道有限责任公司

评价单位：北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司

2024 年 6 月

1 总则......1-1
1.1 项目建设背景及意义......1-1
1.2 评价目的......1-2
1.3 评价原则......1-2
1.4 编制依据......1-3
1.5 评价标准......1-7
1.6 环境影响因素识别和评价因子确定......1-12
1.7 评价重点......1-14
1.8 评价工作等级和评价范围......1-14
1.9 环境保护目标......1-23
1.10 评价方法和评价工作程序......1-50
2 建设项目概况......2-1
2.1 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段......2-1
2.1.1 总体情况......2-1
2.1.2 工程核准情况......2-4
2.2 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）......2-5
2.2.1 项目名称、建设单位、项目性质及投资......2-5
2.2.2 地理位置......2-5
2.2.3 建设规模......2-10
2.2.4 项目组成及工程量......2-11
2.2.5 天然气组分......2-16
2.2.6 线路工程......2-16
2.2.7 工艺站场......2-38
2.2.8 防腐......2-45
2.2.9 自动控制......2-47
2.2.10 消防......2-49
2.2.11 通信工程......2-52
2.2.12 供配电......2-52
2.2.13 维抢修......2-55
2.2.14 占地......2-55

2.2.15　组织机构及定员......2-55
3　工程分析......1
3.1　施工期环境影响分析......3-1
3.2　运行期环境影响分析......3-17
3.3　总量控制......3-22
3.4　清洁生产......3-22
4　路由评价......4-1
4.1　本工程与相关管道的关系......4-1
4.2　本工程线路选线原则及选线过程......4-2
4.3　站场选址的可行性分析......4-8
4.4　重点区段路由可行性分析......4-10
4.5　相关规划符合性分析......4-79
4.6　三线一单符合性分析......4-81
5　管道沿线区域环境概况......5-1
5.1　区域自然环境概况......5-1
5.2　站场周围环境概况......5-9
6　生态环境影响评价......6-1
6.1　管线生态环境现状调查......6-1
6.2　管道沿线生态敏感目标......6-107
6.2　生态环境影响分析......6-177
6.3　环保措施有效性评价......6-204
6.4　小结......6-212
7　环境空气影响评价......7-1
7.1　环境空气质量现状调查......7-1
7.2　施工期环境空气影响分析......7-7
7.3　运行期环境空气影响分析......7-9
8　地表水环境影响评价......8-1
8.1　水环境质量现状调查......8-1
8.2　水环境质量现状评价......8-24
8.3　地表水环境影响分析......8-44

8.4 环境保护措施与监测计划 8-51
8.5 小结 8-52

9 地下水环境影响评价 9-1

9.1 管道沿线地质条件 9-1
9.2 管道沿线地下水环境保护目标 9-26
9.3 地下水污染调查 9-52
9.4 管道沿线地下水开发利用现状 9-52
9.5 管道沿线地下水环境现状监测 9-53
9.6 地下水环境影响分析 9-74

10 声环境影响评价 10-1

10.1 站场周围声环境现状调查与评价 10-1
10.2 声环境影响评价 10-3

11 固体废物环境影响分析 11-1

11.1 施工期固体废物环境影响分析 11-1
11.2 运行期固体废物环境影响分析 11-8

12. 环境风险评价 12-1

12.1 评价原则及评价工程程序 12-1
12.2 环境风险调查 12-1
12.3 环境风险潜势初判 12-5
12.4 评价等级和评价范围 12-17
12.5 环境风险识别 12-19
12.6 事故情形分析 12-53
12.7 风险预测与评价 12-56
12.8 风险防范措施 12-60
12.9 应急预案要求 12-63
12.10 重要环境保护目标段管道事故应急要点 12-68
12.11 小结 12-71

13 环境保护措施及其经济、技术论证 13-1

13.1 施工期环境保护措施及论证......13-1
13.2 运行期环境保护措施及论证......13-10
13.3 环境风险防范措施......13-12
13.4 敏感点段环境保护措施......13-13
13.5 环保投资估算......13-13
14 环境经济损益分析......14-1
14.1 社会效益分析......14-1
14.2 经济效益分析......14-4
14.3 环境损益分析......14-4
14.4 小结......14-6
15 环境管理与环境监测计划......15-1
15.1 环境保护机构......15-1
15.2 环境管理......15-2
15.3 环境监理......15-8
15.4 环境监测......15-13
16 评价结论及建议......16-1
16.1 评价结论......16-1
16.2 建议......16-12

概　述

1　建设项目特点

根据《四川盆地天然气千亿方产能建设专项规划》，川渝地区要建成千亿方大气田，在此背景下，国家提出建设川气东送二线天然气管道工程。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》和《关于加快推进2021年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》中明确提出建设川气东送二线工程天然气管道工程。该工程是国家重大战略性工程，将对四川盆地天然气增储上产提供重要支撑，对加快构建“全国一张网”、提高全国天然气管网的安全可靠性和资源调配灵活性具有重要意义。国家能源局明确要求川气东送二线确保“十四五”建成投产，实现川气东送二线与西气东输二线和新粤浙管道的连通，保障四川盆地大力提升勘探开发力度目标的实现。

川气东送二线天然气管道工程分为川渝鄂段和鄂豫赣皖浙闽段两个项目建设。根据国家发改委核准文件《国家发展改革委关于川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段项目核准的批复》，川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段又分为三个阶段建设，一阶段建成威远/泸县—铜梁段干线，实现与中贵线联网；二阶段建成铜梁—潜江段干线、太英—安岳—铜梁支干线、牟家坪老翁场储气库支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线；三阶段建成其余8打支线。

其中一阶段于2023年8月获生态环境部批复，并已开工建设。本项目为二阶段，包括1条干线和4条支干线，线路总长度1155.56km，全线涉及四川、重庆、湖北3个省市，其中干线长度860.86km，管径D1219mm，压力10MPa，设计输量$202\times10^{8}m^{3}/a$。另有四条支干线294.7km。全线共设14座站场，其中干线设6座站场，支干线8座站场。

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）管道沿线环境敏感，选线难度大，穿越了自然保护区、水源保护区、生态保护红线、风景名胜区、湿地公园、森林公园、水产种质资源保护区等各类环境敏感目标。重庆及鄂西段丘陵山地地貌复杂，开挖建设的生态影响较大。工程通过并行川气东送一线工程和新建隧道，以利旧和新建隧道方式穿越各类山体，减

少生态扰动和环境影响。工程沿线四川重庆人口多，居住分散，工程经过可研到初步设计 6 次优化线路避让近距离村庄，但仍然有大量近距离居民点难以避让。

2 环境影响评价工作过程

为贯彻执行《中华人民共和国环境影响评价法》，切实落实环保“三同时”制度，达到环境、经济、社会效益三统一，根据《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日修订)的有关规定，国家管网公司西南管道公司委托我公司进行川气东送二线工程的环境影响评价工作。我公司承接任务后，并组织相关专业技术人员到现场进行了详细的踏勘与调查工作，并广泛收集资料，在此基础上，结合工程的具体情况对管线的路由提出了调整建议，最终根据现场调研结果及工程的最新资料，编制完成了《川气东送二线管道工程(川渝鄂段)环境影响报告书》。

3 分析判定相关情况

3.1 产业政策

根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》,本工程属于鼓励类“七 石油、天然气 3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”，本工程符合国家产业政策要求。

3.2 相关规划符合性

本工程管道所经过路由均获得相关规划部门的选线选址意见书，符合管道沿线相关规划要求。

3.3 “三线一单”符合性

3.3.1 生态保护红线

.1) 对四川省生态保护红线的符合性分析

生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，活动类型原则上应严格按照 142 号文执行。生态保护红线内的国家公园、自然保护区、自然公园、风景名胜区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、世界遗产地等特定区域，严格依照相关的法律法规和文件规定执行，已取得相应主管部门的同意（意见）。本工程穿越四川省生态

保护红线 2 处，分别为琼江和长江，采取定向钻方式穿越，出入土点均位于生态保护红线区外，施工地点距离穿越河流水面较远，施工作业不会污染水体，符合四川省生态保护红线管控要求。

2） 重庆市生态保护红线管控要求

坚持生态优先、绿色发展，事关国家和区域生态安全的重点生态功能区、生态敏感区、禁止开发区以及其他关键生态区域，必须划入生态保护红线管控范围，实行严格保护。遵循自然环境分异规律，综合考虑流域上下游关系、区域间生态功能互补作用，根据保障区域、流域和市域生态安全的要求，按照国家确定的技术路线系统分析区域生态功能，并与当前监管能力相适应，合理确定生态保护红线管控范围。

本工程在重庆境内共穿越 6 个区县生态保护红线，均为临时占地。新建管道在重庆境内均采用隧道、定向钻、顶管和开挖方式穿越，在红线内不设站场、阀室，无永久及临时占地。工程施工期不会破坏生态红线内管道两侧植被，对穿越段的水质和水系连通状况基本没有影响，不占用湿地鸟类及水生生物栖息地，对水生生态系统影响不大只要加强管理，防止车辆清洗污水、生活污水等流入河中，对河流与淡水湿地生态系统影响较小。

3） 湖北省生态保护红线管控要求

《湖北省生态保护红线管理办法(试行)》(鄂政办发[2016]72 号)中，对生态保护红线的管控要求作明确规定。两类管控区实行分类管理，一类管控区内，除必要的科学实验、教学研究以及现有法律法规允许的民生工程外，禁止任何形式的开发建设活动，不得发放排污许可证。二类管控区内，实行准入负面清单制度，制定禁止性和限制性开发建设活动清单。地方各级政府及其职能部门不得改变生态保护红线的保护性质，不得降低生态保护红线的生态功能，不得减少生态保护红线的空间面积。

本工程在湖北省境内共穿越 2 个地市（州）的生态保护红线，均为临时占地，属于生物多样性维护、水土保持生态保护红线等类型。新建管道在红线内不设站场、阀室，无永久占地。工程施工期会破坏生态红线内管道两侧植被，可能会对附近局域生态系统有一定的干扰，但这种影响是局部的，由于施工期较短，影响持续时间也是有限的。只要加强管理，施工后及时减少人为活动干扰或生态恢复即可。

3.3.2 环境质量底线

管线经过地区为环境空气功能区二类区，执行二级标准。根据相关资料，各地区均为非达标区域。本工程各站工艺加热采用电加热器；各站场均采用电供暖；对环境空气质量影响可以接受。

根据地表水环境质量监测数据，部分地表水环境质量有超标现象。本工程各站场废水经处理后回用不外排，不会对地表水环境产生影响。

根据监测结果，各村庄声环境均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 1 类标准。根据各站场厂界噪声预测结果，采取降噪措施后，各站厂界噪声均可满足相关标准要求。

因此，本工程符合环境质量底线要求。

3.3.3 资源利用上线

本工程运行过程中会消耗电源、水资源等，消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

3.3.4 环境准入负面清单

本工程属于天然气输气管道建设，不属于高污染、高能耗和资源型的产业类型，属于国家产业政策中的鼓励类。

4 关注的主要环境问题及影响

1) 生态影响

本工程管道沿线涉及 18 个生态环境敏感目标和三省市生态保护红线、生态空间管控区。

施工期会产生一定的影响，管道沿线主要以森林、人工植被-农田栽培植被为主。由于评价范围内均为灌草丛、人工速生林、农田植被、经济林木等受人为影响较为频繁的类型，因此野生动物种类以林地和农田村落型为主。调查期间未发现大型兽类，现场调查到的动物种类包括 21 目、47 科、84 种。其中哺乳类有 7 目 11 科 18 种，主要有草兔、四川田鼠、小家鼠、刺猬、蝙蝠、黄鼬、野猪等；周边常见的鸟类种类较多，有 9 目 24 科 35 种，包括白鹭、喜鹊、斑鸠、椋鸟等；该地区环境适宜鸟类生存，调查期间发现国家Ⅱ级保护鸟类画眉；爬行类有 1 目 5 科 14 种，主要有蜥蜴和蛇等；两栖类有 1 目 4 科 6 种，包括中华大蟾蜍、泽陆蛙、峨眉林蛙、黑斑侧褶蛙等；管道沿线所经河流水域中水生动物均为常见种，有 3 目 3 科 11

种，主要有四大家鱼(青、草、鲢、鳙)及鲤鱼、鲫鱼、白条等工程建设过程中将占用一部分土地资源，对沿线区域的耕地和基本农田有一定的影响。

2） 水、气、声、固废影响

新建站场建设地埋式生活污水处理装置，污水处理后用于站场绿化或站内洒水，不外排；废气主要为站内无组织排放废气；各站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的2类标准；固体废物主要为站场生活垃圾，集中收集后定期送至垃圾处理场，进行填埋处理；废润滑油等由具有危险废物处理资质的单位处置。

3） 环境风险

本工程输送的天然气属于易燃、易爆危险化学品，一旦发生火灾、爆炸事故会对周围环境和人体健康造成危害。预测结果表明，发生天然气泄漏事故后，不会出现甲烷的毒性终点浓度范围；天然气泄漏后，在发生火灾次生污染的情况下，不会出现CO毒性终点浓度范围。但建设单位仍需制定严格的风险防范措施、疏散措施和应急预案，并定期进行演练，以减小事故发生后对人群的影响。本工程环境风险可防可控，但在人口密集区、环境敏感区等区段还需要加强风险防范措施，制定相应的事故应急预案，降低事故发生的可能性并将事故造成的损失降至最低。

5 环评主要结论

本工程建设将会对所经区域的生态环境、水环境、环境空气、声环境产生一定程度的影响，在采取本报告提出的生态保护与恢复措施、污染防治措施及环境风险防控措施后，从环境保护角度而言，本工程建设是可行的。

1　总则

1.1　项目建设背景及意义

1.1.1　项目建设的背景

2020 年国家能源局组织开展了《四川盆地天然气千亿方产能建设专项规划》，要把川渝建成千亿方大气田，川气东送二线正是在该背景下提出来的。川气东送二线符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，是十四五能源发展规划部署的重要举措，是《关于加快推进 2021 年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》中明确指出的天然气管道重点工程。

2020 年 9 月 4 日，国家能源局油气司组织召开《煤电油气运相关工作机制第六十次联合周例会》，会议强调川气东送二线工程是国家重大战略性工程，将对四川盆地天然气增储上产提供重要支撑，对加快构建“全国一张网”、提高全国天然气管网的安全可靠性和资源调配灵活性具有重要意义，会议要求国家管网集团高度重视，加快推进项目前期工作，确保“十四五”建成投产，实现川气东送二线与西气东输二线和新粤浙管道的连通，保障四川盆地大力提升勘探开发力度目标的实现。

2016 年 5 月，中石化组织开展了川气东送二线可研，可研报告已编制完成，未履行审批程序。2019 年 11 月，中石油启动了川气东送二线预可研。预可研报告完成初稿，未履行审批程序。2020 年 9 月，川气东送二线前期工作从中石油、中石化移交国家管网集团公司。国家管网集团积极落实国家能源局会议精神，组织开展了川气东送二线总体建设方案研究工作和可行性研究工作。川气东送二线划分为川渝鄂段和鄂豫赣皖浙闽段，目前，并已由国家发改委分别核准批复。

1.1.2　项目建设的必要性

1）　川气东送二线是国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司《关于加快推进 2021 年石油天然气基础设施重点工程有关事项的通知》中明确指出的天然气管道重点工程，是落实国家十四五能源发展规划部署的重要举措。

2）　川气东送二线是四川盆地天然气又一外输通道，是保障四川盆地

建成千亿方大气田和百亿方储气库的重要配套工程。

3） 川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程，有利于充分发挥 LNG 接收站的供应保障、储气调峰和应急保供的作用。

4） 川气东送二线横贯长江经济带，对保障沿线省市天然气供应，改善大气环境、优化能源结构，推动碳达峰和碳中和将起到积极作用。

5） 川气东送二线是国家“四大通道”、“五纵五横”天然气管网格局中的重要组成部分，对完善全国天然气管网格局意义重大。

6） 川气东送二线大体并行川气东送一线，连接众多干线管道，在铜梁与中贵线连通，在潜江与潜江-韶关管道连通，在仙桃与西三线连通，在武穴与西二线连通，在诸暨与西二线上海支干线连通，并通过联络线建设实现与西一线在利辛连通、在邳州与冀宁线连通、在合肥与苏皖管道连通、在福鼎与海西管网连通。提升了管道网络化水平，增强了管网调运可靠性和灵活性。

7） 川气东送二线是重要的能源基础设施，其建设有助于扩大内需，促进国内大循环。

综上所述，川气东送二线工程意义重大，建设十分必要和紧迫。

1.2 评价目的

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段分三阶段建设，一阶段工程已于 2023 年 8 月获得生态环境部批复。本工程是川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)，开展环境影响评价的目的，是在对管道沿线环境现状进行详细调查的基础上，评价工程建设的实际影响，并根据管道与沿线不同环境保护目标的关系，提出针对性保护措施、缓解措施；根据线路工程施工期环境影响的主要特点，提出施工期环境管理、环境监理和监督监测计划；根据环境风险评价结果，提出施工期和运行期的环境风险防范措施；通过对工程不同时期的环境影响进行预测与评价，使工程建设对环境产生的不利影响降到最低程度，从保护环境的角度评价工程建设的可行性，为工程设计、建设及运行期的环境管理提供科学依据，做到经济建设与环境保护协调发展。

1.3 评价原则

1） 依法评价。严格执行国家及四川省、重庆市、湖北省有关环保法

律、法规、标准和规范，结合国家产业政策、当地发展规划和环境功能区划等开展评价；

2） 科学评价。根据建设项目特点，结合管道沿线环境特征，依据环境影响评价技术导则、环境质量目标值，科学分析项目建设对环境质量的影响；

3） 突出重点。根据建设项目的工程内容及其特点，对可能受建设项目影响的生态环境、水环境、声环境和环境空气等要素，进行重点分析和评价，并提出有针对性的环境保护措施。

1.4 编制依据

1） 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日)；

2） 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订)；

3） 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 10 月 1 日)；

4） 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(2010 年 10 月 01 日)；

5） 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016 年 1 月 1 日)；

6） 《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日)；

7） 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日)；

8） 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 9 月 1 日)；

9） 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日)；

10） 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 7 月 1 日)；

11） 《中华人民共和国森林法》(2020 年 7 月 1 日)；

12） 《中华人民共和国野生动物保护法》(2022 年 12 月 30 日修订)；

13） 《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月 1 日)；

14） 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日)；

15） 《中华人民共和国湿地保护法》(2023 年 6 月 1 日)

16） 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月 7 日)；

17） 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月 7 日)；

18） 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月 6 日)；

19） 《中华人民共和国基本农田保护条例》(2021 年 7 月 1 日修订)；

20） 《中华人民共和国森林法实施条例》(2018 年 3 月 19 日)；

21）　《饮用水水源保护区污染防治管理规定(修正版)》(2010 年 12 月 22 日)；

22）　《国家重点保护野生动物名录》(2021 年 2 月 11 日)；

23）　《国家重点保护野生植物名录》(2021 年 9 月 7 日)；

24）　《全国生态功能区划》(2015 年 11 月 13 日)；

25）　《全国生态环境保护纲要》(国发[2000]38 号)；

26）　《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年 1 月 1 日)；

27）　《国家危险废物名录》(2020 年 11 月 25 日)；

28）　《突发环境事件应急预案管理办法》(2015 年 6 月 5 日)；

29）　《企业突发环境事件风险评估指南》(环办[2014]34 号，2014 年 4 月 3 日)；

30）　《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发[2022]142 号)；

31）　《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》(国环规生态[2022]2 号)。

1.4.2　地方有关法律、法规及文件

1.4.2.1　四川省

1）　《四川省环境保护条例》(2017 年 9 月)；

2）　《四川省大气污染防治行动计划实施细则》(2014 年 5 月)；

3）　《四川省饮用水水源保护管理条例》(2012 年 1 月 1 日)；

4）　《四川省关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发[2020]9 号)；

5）《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》(川府发[2018]24 号。

1.4.2.2　重庆市

1）　《重庆市环境保护条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2017.3.39 第二次修订)；

2）　《重庆市森林公园条例》(重庆市第三届人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2008.5.23)；

3）　《重庆市长江三峡水库库区及流域水污染防治条例》(重庆市第三

届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2011.7.29)；

4）《重庆市大气污染防治条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会第三十五次会议，2017.3.29 通过)；

5）《重庆市水污染防治条例》(重庆市五届人大常委会第二十次会议，2020.10.1 起施行)；

6）《重庆市城乡规划条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2016.11.24)；

7）《重庆市水资源管理条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2015.5.28 第二次修订)；

8）《重庆市河道管理条例》(重庆市第四届人民代表大会常务委员会，2015.7.30 修订)；

9）《重庆市林地保护管理条例》(重庆市人民代表大会常务委员，2010.7.23 第二次修正)；

10）《重庆市实施<中华人民共和国野生动物保护法>办法》(2014.9.25 第六次修正)；

11）《重庆市实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(2012.9.27)；

12）《重庆市实施<中华人民共和国渔业法>办法》(重庆市人民代表大会常务委员会，2004.5.30 通过)；

13）《重庆市实施<中华人民共和国文物保护法>办法》(重庆市第二届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，2005.9.29)；

14）《重庆市环境保护条例》(2018 年 7 月 26 日修正)；

15）《重庆市大气污染防治条例》(2021 年 5 月 57 日修正)；

16）《重庆市水污染防治条例》(2020 年 10 月 1 日施行)

17）《重庆市天然气管理条例》(2020 年 1 月 1 日施行)；

18）《重庆市生态功能区划(修编)》(2008 年)；

19）《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》(渝府发[2018]25 号)；

20）《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发[2020]11 号)(2020 年 4 月 28 日)。

1.4.2.3　湖北省

(1)　《湖北省大气污染防治条例》(2019 年 6 月 1 日)；

(2)　《湖北省水污染防治条例》(2018 年 11 月 20 日)；

(3)　《湖北省农业生态环境保护条例》，2006 年 12 月 01 日实施；

(4)　《省环保局关于进一步加强全省建设项目环境管理工作的通知》(鄂环发〔2008〕56 号)；

(5)　《关于印发<2015 年湖北省环保系统大气污染防治工作计划>的通知》(鄂环办[2015]3 号)；

(6)　《省人民政府办公厅转发省环保局关于湖北省地表水环境功能类别的通知》(鄂政办发〔2000〕10 号)；

(7)　《省人民政府关于分解下达“十三五”空气环境质量和主要污染物总量减排目标任务的通知》(湖北省人民政府鄂政发[2016]48 号)，2016 年 9 月 10 日；

(8)　《省人民政府关于印发湖北省环境保护“十三五”规划的通知》(湖北省人民政府鄂政发[2016]76 号)，2016 年 12 月 29 日；

(9)　《湖北省天然林保护条例》(湖北省人民代表大会常务委员会，2018 年 9 月 30 日，湖北省人民代表大会常务委员会公告第 240 号)；

(10)　《省人民政府关于发布湖北省生态保护红线的通知》(鄂政发〔2018〕30 号)。

(11)　《关于印发湖北省生态保护红线划定方案的通知》(鄂环发[2018]8 号)；

(12)　《湖北省湖泊保护条例》(2012 年 10 月 1 日起施行)。

(13)　《恩施土家族苗族自治州清江保护条例》(2003 年 1 月 1 日起施行)。

1.4.3　国家及地方有关技术规定

1)　《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；

2)　《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；

3)　《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；

4)　《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；

5)　《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；

6）《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；

7）《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；

8）《环境影响评价公众参与办法》(2019 年 1 月 1 日)；

9）《建设项目危险废物环境影响评价指南》；

10）《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017)。

1.4.4 评价直接依据

1）关于本工程环评工作的委托书，详见附件 1；

2）《川气东送二线天然气管道工程(川渝鄂段)可行性研究总报告》(中国石油规划总院(北京中陆咨询有限公司)、中国石油工程建设有限公司、中石化石油工程设计有限公司、华东管道设计研究院有限公司，2021 年 8 月)；

3）工程初步设计文件；

1.5 评价标准

本工程线路经过四川省、重庆市、湖北省，根据各省(自治区)环境规划和环境功能区要求，本评价采用标准如下：

1.5.1 环境功能区划与环境质量标准

1）环境空气

管道沿线穿越的自然保护区段环境空气评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的一级标准；管道沿线其他区段环境空气评价执行《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)中的二级标准，详见表 1.5-1。非甲烷总烃参考执行《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准 2.0mg/m^3的限值。

表 1.5-1 环境空气评价执行标准(mg/m^3)

污染物	平均时间	浓度限值		备注
		一级	二级	
SO_2	年平均	0.02	0.06	1.执行一级标准区段： 管道穿越自然保护区段执行一级标准； 2.执行二级标准区段： 沿线其他地段执行二级标准。
	24 小时平均	0.05	0.15	
	1 小时平均	0.15	0.50	
NO_2	年平均	0.04	0.04	
	24 小时平均	0.08	0.08	
	1 小时平均	0.20	0.20	
CO	24 小时平均	4	4	
	1 小时平均	10	10	
O_3	日最大 8 小时平均	0.10	0.16	
	1 小时平均	0.16	0.20	
PM_{10}	年平均	0.04	0.07	
	24 小时平均	0.05	0.15	
$PM_{2.5}$	年平均	0.015	0.035	
	24 小时平均	0.035	0.075	
非甲烷总烃	1 小时平均	2.0		《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准

2) 地表水

根据《四川省水环境功能区划》《重庆市地表水功能区划》《湖北省水环境功能区划》及沿线地表水环境现状，地表水环境执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的相应标准，工程沿线穿越的无相应水环境功能区划的河流依其最终汇入河流的水环境功能区划执行，但不得低于目前该河流的使用功能。详见表 1.5-2。

表 1.5-2 地表水评价执行标准值(mg/L，pH 除外)

序号	污染物名称	标准限值			备注
		III类	IV类	V类	
1	pH	6-9	6-9	6-9	《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)
2	溶解氧	≥5	≥3	≥2	
3	高锰酸盐指数	≤6	≤10	≤15	
4	COD_{cr}	≤20	≤30	≤40	
5	BOD_5	≤4	≤6	≤10	
6	氨氮	≤1.0	≤1.5	≤2.0	
7	总磷	≤0.2	≤0.3	≤0.4	
8	挥发酚	≤0.005	≤0.01	≤0.1	
9	石油类	≤0.05	≤0.5	≤1.0	
10	SS	≤30	≤60	≤150	《地表水资源质量标准》(SL63-94)

3) 地下水

地下水评价执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的III类标准

限值；石油类参照执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准。详见表 1.5-3。

表 1.5-3　地下水评价执行标准(mg/L，pH 除外)

序号	项目	标准限值	备注
1	pH 值	6.5～8.5	地下水质量标准(GB/T 14848-2017)中的III类标准限值
2	总硬度	≤450	
3	溶解性总固体	≤1000	
4	硫酸盐	≤250	
5	氯化物	≤250	
6	铁	≤0.3	
7	锰	≤0.1	
8	挥发性酚类	≤0.002	
9	高锰酸盐指数(COD_{Mn})	≤3.0	
10	硝酸盐	≤20	
11	亚硝酸盐	≤1	
12	氨氮	≤0.5	
13	氟化物	≤1.0	
14	氰化物	≤0.05	
15	汞	≤0.001	
16	砷	≤0.01	
17	镉	≤0.005	
18	六价铬	≤0.05	
19	铅	≤0.01	
20	总大肠菌群	≤3.0	
21	菌落总数	≤100 个/mL	
22	石油类	≤0.05	《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)附录 A 中的标准限值

4)　声环境

本工程管道沿线所经村庄执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 1 类标准；站场周围区域声环境质量执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 2 类标准；高速公路、一级公路两侧一定距离内声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 4a 类区标准；铁路干线两侧一定距离内声环境执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 4b 类区标准，详见表 1.5-4。

表 1.5-4　声环境质量标准(dB(A))

标准	沿线两侧村庄		站场厂址		沿线公路穿越处两侧		沿线铁路干线穿越处两侧	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
《声环境质量标准》(GB 3096-2008)	55	45	60	50	70	55	70	60
备注	1 类		2 类		4a 类		4b 类	

1.5.2 污染物排放标准

1） 废气

四川省段工程施工期扬尘执行《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51 2682-2020)监测点排放限值，即颗粒物周界外浓度最高点600ug/m³。

重庆市段工程施工期扬尘执行重庆市《大气污染物综合排放标准》(DB50/418—2016)表1中主城区标准和其他区域标准，详见表1.5-6。

运行期主要为厂界无组织排放，四川段各站场执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)的要求，重庆市段执行《大气污染物综合排放标准》(DB 50/418-2016)中非甲烷总烃无组织排放监控浓度限值4.0mg/m³，湖北省段执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放监控点浓度限值4.0mg/m³，详见表1.5-5。

表1.5-5 大气污染物排放标准 (mg/m³)

类型	污染物	标准限值	备注	
无组织排放	TSP	0.6	土方开挖/回填阶段	四川省：《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB51 2682-2020)，自监测起持续15分钟。
		0.25	其它阶段	
	非甲烷总烃	4.0	四川省：厂界无组织排放执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)	
	其它颗粒物	1.0	重庆市：《大气污染物综合排放标准》(DB 50/418-2016)	
	非甲烷总烃	4.0		
	颗粒物	1.0	湖北省：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2无组织排放监控点浓度限值。	
	非甲烷总烃	4.0		

2） 废水

管道沿线站场生活污水经处理后用于站场绿化或站内绿化或洒水，执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)城市绿化水质标准，标准值详见表1.5-7。

表 1.5-7 城市污水再生利用城市杂用水水质标准

序号	项目	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0～9.0
2	色度 ≤	30
3	嗅	无不快感
4	浊度/NTU ≤	10
5	溶解性总固体(mg/L) ≤	1000(2000)[a]
6	五日生化需氧量(BOD_5)(mg/L) ≤	10
7	氨氮(mg/L) ≤	8
8	阴离子表面活性剂(mg/L)	0.5
9	铁(mg/L) ≤	-
10	锰(mg/L) ≤	-
11	溶解氧(mg/L)≥	2.0
12	总氯(mg/L)	1.0(出厂)，0.2[b](管网末端)
13	大肠埃希氏菌(MPN/100mL) ≤	无
[a] 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 [b] 用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。 [c] 大肠埃希氏菌不应检出。		

3） 噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)，标准值见表 1.5-8。

表 1.5-8 建筑施工场界环境噪声排放标准[dB(A)]

昼间	夜间
70	55

运行期各站场厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的 2 类标准，详见表 1.5-9。

表 1.5-9 厂界噪声执行标准[dB(A)]

类 别	昼间	夜间
2	60	50

4） 固体废物

站场产生的一般固体废物处理处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)；危险固体废物临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的有关要求。

1.6　环境影响因素识别和评价因子确定

1.6.1　环境影响因素识别

本项目施工期的环境影响主要为管道在施工过程中由于运输、施工作业带整理、管沟开挖、布管等施工活动对周围环境产生的不利影响。一种影响是对土壤扰动和自然植被等的破坏，这种影响比较持久，在管道施工完成后的一段时间内仍将存在。另一种是在施工过程中产生的“三废”排放对环境造成的短暂影响，待施工结束后将随之消失。

运行期，由于输气管道敷设在地下，进行密闭输送，管道进行了防腐处理，在正常情况下，不会有污染物排放。本项目在运行期污染源主要为各工艺站场产生的废水、废气、固体废物及噪声。

1)　施工期影响

(1)　施工期生态环境影响

工程施工期间对生态环境的影响主要是施工期间土石方工程的开挖引起自然地貌的改变和地表自然及人工植被的破坏，进而导致土地利用的改变、生物量和生产力的变化；施工中道路修建、临时施工场地、弃渣场占用耕地、林地及其它土地导致农业、林业生态系统发生较大变化；穿越河流产生的弃渣和施工行为对当地地表水环境质量的影响。

(2)　施工期污染影响

管道施工期废水主要来自施工人员在施工作业中产生的生活污水、管道安装之后清管试压排放的废水。施工废气主要来自地面开挖、运输车辆行驶产生的扬尘及施工机械(柴油机)和管道焊接工序排放的烟气。施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃渣和施工废料等。噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、盾构机和凿岩机等，其强度在85～100dB(A)。

2)　运行期环境影响

(1)　正常和非正常工况

正常工况下主要为清管作业和分离器检修时排放的少量天然气对大气环境的影响；各工艺站场产生的生活污水对地表水环境的影响。各工艺站场产生的生活垃圾、清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末对环境的影响。站场设备噪声对厂界声环境的影响。

(2)　事故状态

事故状态的环境影响包括输气管线、工艺站场发生泄漏、爆炸、火灾等事故风险对周围环境和人员的影响，同时还涉及社会经济等问题。

综上所述，本工程的环境影响因素识别汇总如表 1.6-1。

表 1.6-1　施工期和运行期环境影响因素识别表

施工行为 / 环境资源		施工期							运行期				
		施工带清理	管沟开挖	管道穿越	站场建设	管道试压	施工便道	车辆运输	管道检修	设备运行	清管作业	系统超压放空	异常运行事故
自然环境	土壤侵蚀	●	■	▲	▲		▲						
	地表植被	■	■		●		●						●
	空气质量	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	●	▲	●	●	■
	声环境		●	▲	●	●	●	●	●	▲	●	●	■
	地表水			●									●
	地下水			▲		▲							▲
	野生动物	●	▲				▲	▲					■
	土壤质量		▲				▲						
	自然景观	▲	▲	▲	▲		▲						▲
社会经济	工业				△				▲	□			■
	农、林业						▲			○			
	土地利用		●		▲		▲						
	交通			▲	▲			○					●
	生活质量									□			■

注：负面影响：明显■　　一般●　　较小▲　　　正面影响：明显□　　一般○　　较小△

1.6.2　评价因子确定

项目主要环境影响评价因子见表 1.6-2。

表 1.6-2　环境影响评价因子

分类	环境要素	主要评价因子
环境现状评价因子	环境空气	SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3、非甲烷总烃
	地表水	pH 值、溶解氧、COD_{cr}、BOD_5、氨氮、挥发酚、石油类
	地下水	pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、六价铬、铅、总大肠菌群、菌落总数、石油类
环境现状评价因子	噪声	昼间等效 A 声级(L_d)、夜间等效 A 声级(L_n)
	生态	植被类型、土地利用类型、生态系统类型
污染评价分析及预测因子	环境空气	非甲烷总烃
	地表水	COD、氨氮
	地下水	COD、氨氮、石油类
	噪声	厂界噪声
	生态	农业生产损失、生物量

1.7 评价重点

针对本工程特点、环境特征及沿线的敏感保护目标，确定本项目环评以施工期的生态环境影响评价、河流穿越段影响分析、隧道工程、路由选线分析以及运行期环境风险评价为重点，并对工程上采用的环保措施进行论证，提出改进措施及环境管理计划。

1） 阐明管道经过地区的物种多样性、生态功能、管道穿越的主要影响并提出切实可行的保护措施。

2） 对于管道沿线涉及的环境敏感区域，在做好路由比选、合理性论证和其现状调查工作的同时，重点评价管道穿越的影响程度，在可接受的范围内，提出减缓和预防措施，使其影响为最小。

3） 从预防破坏、工程恢复、异地补偿和重点区域进行生态建设等方面，提出生态环境保护、恢复和重建措施和方案。

4） 对于重要河流穿越段，详细调查评价区域河流、水系、流域分布情况，结合当地水环境功能区划，分析工程选择的河流穿越位置以及施工期选择的合理性，评价可能的影响范围和影响程度，同时提出减缓和预防措施。

5） 对于隧道工程，重点分析隧道工程的地下水环境影响以及弃渣场选址合理性。

6） 环境风险评价重点为分析管道、站场事故对近距离居民的影响以及事故对环境的次生影响，提出事故防范、应急和处置措施，制定可操作性强的事故应急预案。

1.8 评价工作等级和评价范围

1.8.1 生态环境

1） 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，本项目为线性工程，进行分段定级。

干线穿越自然保护区段且有临时占地段为一级评价；

BG130 桩（14 号阀室附近）-垫江县-BI350 桩段（忠县甘井沟风景名胜区附近），CG015（宜昌长江越穿越附近）-潜江分输站段，沿线不涉及无

生态敏感区，为三级评价；

穿越其他生态敏感区段及附近地段为二级评价。

1.8-1 生态评价等级判定

导则条款	评价等级判定原则	本工程内容	评价等级
6.1.2	a.涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金刀峡县级自然保护区、小三峡县级自然保护区、大口鲶县级自然保护区、重庆大风堡市级自然保护区、长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区、遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	一级
	b.涉及自然公园时	涉及重庆市合川区三江湿地公园分区、枝江玛瑙河省级湿地公园、环荆州古城湿地公园、合川区缙云山国家级风景名胜区、甘井沟风景名胜区、重庆长寿湖风景名胜区、重庆市合川区九峰山森林公园、重庆市南天门森林公园、黄水国家森林公园、清江国家森林公园	二级
	c.涉及生态保护红线时	涉及国四川省、重庆市和湖北省生态保护红线	二级
	d.根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	地表水评价三级 B	/
	e.根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标建设项目(不低于二级)	不涉及	/
6.1.6	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级	管道穿越长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金刀峡县级自然保护区、大口鲶县级自然保护区、长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区、遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区，采用定向钻或隧道方式，在保护地内无永久和临时占地。	下调为二级
		管道穿越重庆市合川区三江湿地公园分区、枝江玛瑙河省级湿地公园、环荆州古城湿地公园、重庆市南天门森林公园，无永久和临时占地。	下调为三级

导则条款	评价等级判定原则	本工程内容	评价等级
6.1.2	h. 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。	缙云山国家级风景名胜区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区、重庆市合川区三江湿地公园分区、合川区大口鲶县级自然保护区均位于嘉陵江，保护区范围互有重叠	选最高二级
		大风堡自然保护区与黄水森林公园重叠。	选取最高一级评价

2） 评价范围

生态环境敏感区穿越段评价范围为以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 的范围，非生态敏感区段评价范围为管线中心线两侧外延 300m 带状范围。

1.8.2 环境空气

1） 评价等级

本工程各压气站采用电驱离心压缩机，需要供暖的站场设置冷暖空调，无废气污染物排放。正常工况下，管道全线采用高压密闭输送工艺，无废气污染物排放。按照《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)中的工作等级划分原则，本工程 Pmax＜1%，综合确定环境空气影响评价工作等级为三级。

2） 评价范围

三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

1.8.3 地表水环境

1） 评价等级

本工程施工期，管道敷设要穿越部分河流，穿越过程中不向河流排放污水。运行期，各站场产生的生活污水经处理达标后，用于各站绿化或洒水，不外排。因此，本工程污水排放方式为间接排放。

按《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)的分级原则(见表 1.8-2)，确定地表水环境影响评价工作等级为三级 B。

表 1.8-2 地表水环境评价等级判别

评价等级	排放方式	废水排放量

一级	直接排放	Q≥2000 或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	Q＜200 且 W＜6000
三级 B	间接排放	—

2） 评价范围

评价范围为施工期河流穿越段上游 200m 至下游 1km 范围内的区域。

1.8.4 地下水环境

1.8.4.1 评价工作等级

1） 项目类别

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，本工程地下水环境影响评价项目类别为“III类”。

2） 敏感程度

根据调查结果，管道穿越部分集中式饮用水源二级保护区，评价范围内有分散式水源井。结合沿线地下水环境保护目标分布情况，站场周围地下水环境敏感程度划分结果见表 1.8-3，管道分段地下水环境敏感程度划分结果见表 1.8-4。

表 1.8-3 地下水环境敏感程度划分结果表(站场)

序号	站场	敏感特征描述	相对距离(m)	敏感程度
1	所有站场	未穿越集中式饮用水源保护区，下游无分散水源井	/	不敏感

表 1.8-4 地下水环境敏感程度划分结果表(管道)

序号	天然气管道路由段	敏感特征描述	相对距离(m)	敏感程度
1	合川清平镇黄金寸水源保护区	穿越集中式饮用水水源二级保护区	/	敏感
2	恩施州利川市蛇皮洞水源保护区	穿越饮用水水源二级保护区	/	敏感

3） 等级判定

本管道工程属于III类项目，除穿越的部分饮用水源保护区对应管线段地下水敏感程度为“敏感”外，其余站场及管线段地下水敏感程度均为“不敏感”或“较敏感”。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)的评价工作等级分级要求(见表 1.8-5)，本工程站场及管道各段地下水环境影响评价等级见表 1.8-6、1.8-7 所示，本项目除穿越的部分饮用水源保护区对应管线段评价工作等级为“二级”外，其余站场及管线评价工作等级

均为“三级”，按照相应的等级开展评价工作。

表 1.8-5　建设项目评价工作等级分级表

项目类别 环境敏感程度	Ⅰ类项目	Ⅱ类项目	Ⅲ类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

表 1.8-6　地下水环境影响评价工作等级(站场)

序号	站场	敏感程度	评价等级
1	各站场	不敏感	三级

表 1.8-7　地下水环境影响评价工作等级(管道)

序号	天然气管道路由段	敏感程度	评价等级
1	穿越饮用水源保护区	敏感	二级

1.8.4.2　评价范围

本项目为天然气管道建设，属于线性工程，对站场和一般管线分别进行评价范围的划分，各站场评价范围为所处水文地质单元；一般管道评价范围为管道中心线两侧 200m。穿越水源保护区的管线段，其评价范围包含整个水源保护区。

1.8.5　声环境

1)　评价等级

本工程施工期噪声主要来自施工作业机械；运行期噪声主要来自各站场空压机、空冷器、分离器以及站场检修或事故状态下的放空。

根据现场调查，管道沿线及各站场所在区域为 1 类区和 2 类区，按《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)中声环境评价工作等级划分原则(表 1.8-8)，本项目利川压气站噪声增量为 7.315dB(A)，确定本工程的噪声影响评价工作等级为一级。

表 1.8-8　声环境评价等级判定依据

评价等级	判定依据		
	声环境功能区划	评价范围内敏感目标噪声级增量	受影响人口数量
一级	0 类区或对噪声有特别限制要求的保护区	＞5dB(A)	显著增多
二级	1 类、2 类区	≥3dB(A)、≤5dB(A)	增加较多

三级	3 类、4 类区	＜3dB(A)	变化不大
符合两个以上级别的，按较高级别的评价			

2） 评价范围

施工期声环境评价范围确定为管道中心线两侧各 200m 范围；运行期声环境评价范围确定为各站场厂界外 200m。

1.8.6 环境风险

1） 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本工程环境风险评价等级判定过程如表 1.8-9 所示。

表 1.8-9 本工程环境风险等级判定依据

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)	Q 值	M 值	P 值	每公里管道 200m 范围内人口数	E 值	环境风险潜势	环境风险等级
干线												
1	8#阀室-9#阀室	19.5	1219	10	1615.67	161.57	M3	P2	27	E3	III	二级
2	9#阀室-10#阀室	10.2	1219	10	845.12	84.51	M3	P3	15	E3	III	二级
3	10#阀室-11#阀室	22.6	1219	10	1872.52	187.25	M3	P2	30	E3	III	二级
4	11#阀室-12#阀室	21.4	1219	10	1773.09	177.31	M3	P2	44	E3	III	二级
5	12#阀室-大盛站	16.8	1219	10	1391.96	139.20	M3	P2	83	E3	III	二级
6	大盛站-14#阀室	24.1	1219	10	1996.80	199.68	M3	P2	102	E2	III	二级
7	14#阀室-云台站	17.8	1219	10	1474.81	147.48	M3	P2	187	E2	III	二级
8	云台站-16#阀室	14.6	1219	10	1209.68	120.97	M3	P2	86	E3	III	二级
9	16#阀室-垫江压气站	20.9	1219	10	1731.66	173.17	M3	P3	114	E2	III	二级
10	垫江压气站-17#阀室	20.3	1219	10	1681.95	168.20	M3	P2	38	E3	III	二级
11	17#阀室-18#阀室	14.0	1219	10	1159.97	116.00	M3	P2	66	E3	III	二级
12	18#阀室-18+1#阀室	21.1	1219	10	1748.23	174.82	M3	P2	107	E2	III	二级
13	18+1#阀室-19#阀室	19.6	1219	10	1623.95	162.40	M3	P2	38	E3	III	二级
14	19#阀室-20#阀室	2.2	1219	10	182.28	18.23	M3	P3	5	E3	III	二级
15	20#阀室-21#阀室	18.4	1219	10	1524.53	152.45	M3	P2	22	E3	III	二级
16	21#阀室-22#阀室	18.5	1219	10	1532.81	153.28	M3	P2	41	E3	III	二级
17	22#阀室-23#阀室	23.0	1219	10	1905.66	190.57	M3	P2	57	E3	III	二级
18	23#阀室-24#阀室	22.1	1219	10	1831.09	183.11	M3	P2	40	E3	III	二级
19	24#阀室-利川分输压气站	16.3	1219	10	1350.53	135.05	M3	P2	19	E3	III	二级
20	利川分输压气站-25#阀室	12.2	1219	10	1010.83	101.08	M3	P2	43	E3	III	二级
21	25#阀室-26#阀室	21.5	1219	10	1781.38	178.14	M3	P2	44	E3	III	二级
22	26#阀室-27#阀室	17.4	1219	10	1441.67	144.17	M3	P2	19	E3	III	二级
23	27#阀室-28#阀室	21.5	1219	10	1781.38	178.14	M3	P2	60	E3	III	二级
24	28#阀室-29#阀室	21	1219	10	1739.95	173.99	M3	P2	46	E3	III	二级

25	29#阀室-恩施分输清管站	17.6	1219	10	1458.24	145.82	M3	P2	58	E3	III	二级
26	恩施分输清管站-30#阀室	20.2	1219	10	1673.66	167.37	M3	P3	27	E3	II	三级
27	30#阀室-31#阀室	20.0	1219	10	1657.09	165.71	M3	P2	72	E3	III	二级
28	31#阀室-32#阀室	15.4	1219	10	1275.96	127.60	M3	P2	74	E3	III	二级
29	32#阀室-33#阀室	12.7	1219	10	1052.25	105.23	M3	P2	55	E3	III	二级
30	33#阀室-34#阀室	0.6	1219	10	49.71	4.97	M3	P3	56	E3	III	二级
31	34#阀室-35#阀室	16.6	1219	10	1375.39	137.54	M3	P2	56	E3	III	二级
32	35#阀室-野三关压气站	20.6	1219	10	1706.81	170.68	M3	P2	93	E3	III	二级
33	野三关压气站-36#阀室	17.7	1219	10	1466.53	146.65	M3	P2	68	E3	III	二级
34	36#阀室-37#阀室	23.1	1219	10	1913.94	191.39	M3	P2	35	E3	III	二级
35	37#阀室-38#阀室	17.6	1219	10	1458.24	145.82	M3	P2	24	E3	III	二级
36	38#阀室-39#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94	M3	P2	53	E3	III	二级
37	39#阀室-40#阀室	15.8	1219	10	1309.10	130.91	M3	P2	18	E3	II	三级
38	40#阀室-41#阀室	21.1	1219	10	1748.23	174.82	M3	P2	43	E3	III	二级
39	41#阀室-42#阀室	20.6	1219	10	1706.81	170.68	M3	P2	12	E3	III	二级
40	42#阀室-43#阀室	2.5	1219	10	207.14	20.71	M3	P3	60	E3	II	三级
41	43#阀室-宜昌分输清管站	6.2	1219	10	513.70	51.37	M3	P3	46	E3	II	三级
42	宜昌分输清管站-44#阀室	19.5	1219	10	1615.67	161.57	M3	P3	92	E3	II	三级
43	44#阀室-45#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94	M3	P2	50	E3	III	二级
44	45#阀室-46#阀室	14	1219	10	1159.97	116.00	M3	P2	35	E3	III	二级
45	46#阀室-47#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94	M3	P2	121	E2	III	二级
46	47#阀室-48#阀室	12.7	1219	10	1052.25	105.23	M3	P2	61	E3	III	二级
47	48#阀室-49#阀室	7.4	1219	10	613.12	61.31	M3	P2	125	E2	III	二级
48	49#阀室-50#阀室	11.9	1219	10	985.97	98.60	M3	P2	101	E2	III	二级
49	50#阀室-51#阀室	12.1	1219	10	1002.54	100.25	M3	P2	139	E2	III	二级
50	51#阀室-52#阀室	19.3	1219	10	1599.10	159.91	M3	P2	21	E3	III	二级
51	52#阀室-53#阀室	17.9	1219	10	1532.71	153.27	M3	P3	3	E3	II	三级

52	53#阀室-潜江分输压气站	22.6	1219	10	1872.52	187.25	M3	P2	40	E3	III	二级
黄草峡储气库配套管道												
53	龙溪河末站-HCX1#阀室	14.4	711	10	405.89	40.59	M3	P3	12	E3	III	二级
54	HCX1#阀室-14#阀室	16.1	711	10	453.81	45.38	M3	P3	60	E3	II	二级
铜锣峡储气库配套管道												
55	铜锣峡储气库站-TLX1#阀室	15.2	711	10	428.44	42.84	M3	P3	27	E3	III	二级
56	TLX1#阀室-干线13#阀室	18.6	711	10	524.28	52.43	M3	P3	72	E3	III	二级
牟家坪、老翁场储气库配套管道												
57	牟家坪首站-老翁场接收站	19.0	914	10	885.03	88.50	M3	P3	22	E3	III	二级
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	21.4	914	10	996.82	99.68	M3	P3	41	E3	III	二级
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	24.0	914	10	1117.93	111.79	M3	P2	57	E3	III	三级
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	22.5	914	10	1048.06	104.81	M3	P2	40	E3	III	二级
61	MLL3#阀室-泸县首站	15.7	914	10	731.31	73.13	M3	P3	19	E3	III	二级
大英-安岳-铜梁注入管道												
62	大英首站-DAT1#阀室	23.1	711	10	651.12	65.11	M3	P3	28	E3	III	二级
63	DAT1#阀室-安岳站	21.1	711	10	594.75	59.47	M3	P3	16	E3	III	二级
64	安岳站-DAT2#阀室	20.7	711	10	583.47	58.35	M3	P3	27	E3	III	三级
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	20.7	711	10	583.47	58.35	M3	P3	15	E3	II	二级
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	18.9	711	10	532.73	53.27	M3	P3	30	E3	III	二级
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	24.0	711	10	676.49	67.65	M3	P3	44	E3	III	二级

由表 1.8-9 可知，本工程各管段环境风险潜势最大为Ⅲ，因此，本工程环境风险评价等级为二级。

2） 评价范围

根据环境风险评价等级，可知本工程环境风险评价范围为管道中心线两侧各 200m，站场站址周边 5km 的区域。

1.8.7 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，本工程为天然气输送管道项目，属于附录 A 中Ⅳ类项目，可不开展土壤环境影响评价。

1.8.8 小结

各环境要素评价工作等级、评价范围汇总见表 1.8-11。

表 1.8-11 评价工作等级和范围

序号	环境要素	工作等级	评价范围
1	生态环境	一级\二级\三级	生态敏感区：线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 的范围。 非生态敏感区：中心线两侧外延 300m 带状范围。
2	环境空气	三级	不需设置
3	地表水环境	三级 B	施工期河流穿越段上游 200m 至下游 1km 范围内的区域
4	地下水环境	二级/三级	一般管道评价范围为管道中心线两侧 200m，地下水环境敏感点的调查扩展至管道两侧 2km。穿越水源保护区的管线段，其评价范围包含整个水源保护区。
5	声环境	二级	施工期声为管道中心线两侧各 200m 范围；运行期为各站场厂界外 200m 范围。
6	环境风险	一级	管道中心线两侧各 200m 及工艺站场周围 5km 范围的居民。
7	土壤环境	不需评价	-

1.9 环境保护目标

本工程管道沿线主要环境敏感目标见图 1.9-1。由于管道沿线地貌复杂，地形陡峭，受地形条件限制，且部分环境敏感目标范围较大，管道线路通过对自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区、生态保护红线、饮用水源地等敏感区段线路多次进行了现场踏勘和优化，经综合比选和调研，线路通过了如下环境敏感区。

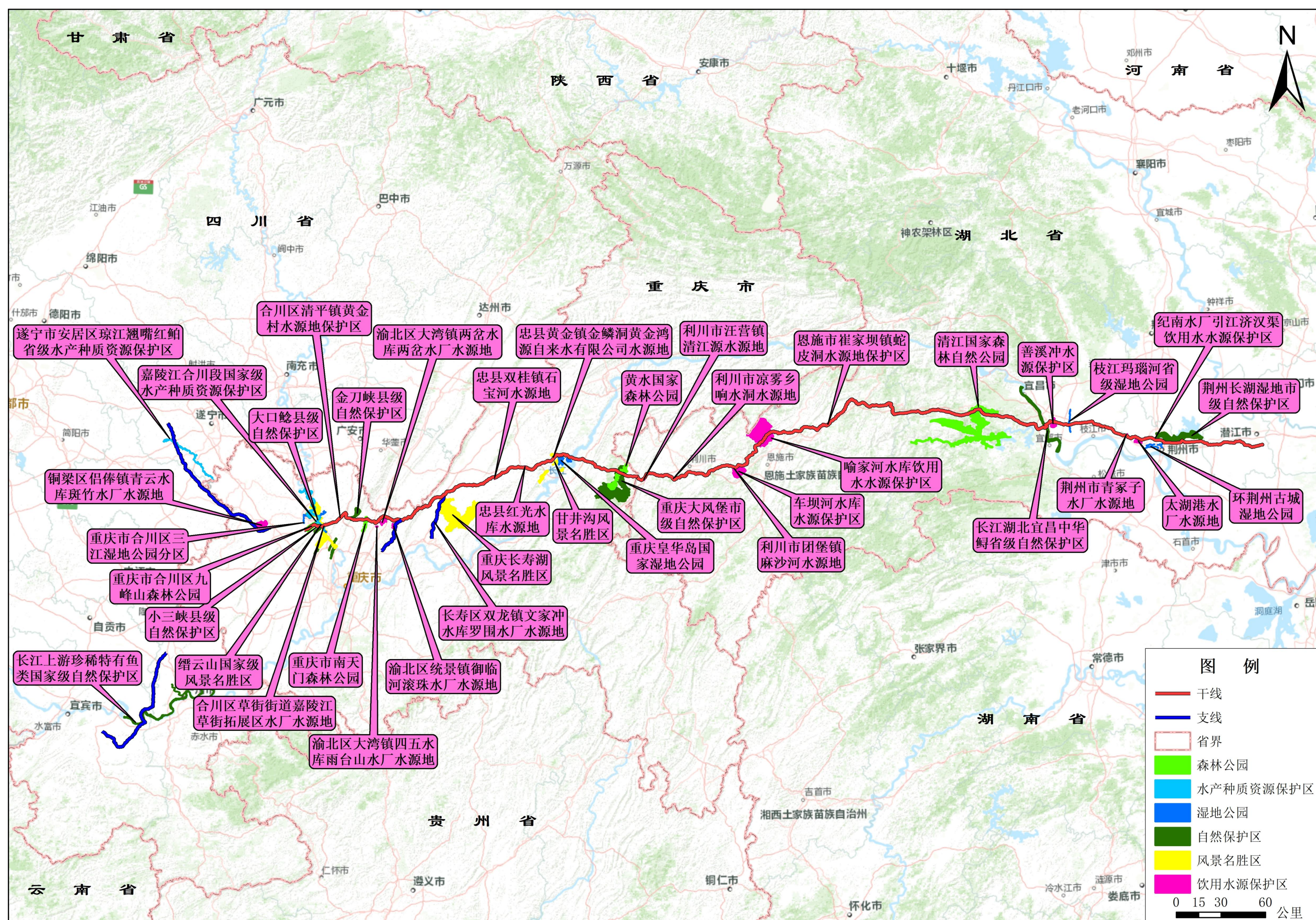


图 1.9-1 本工程管道沿线主要环境敏感目标

1.9.1 生态保护目标以及生态敏感区

经调查，本工程管道沿线越 6 处自然保护区，包括长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金刀峡县级自然保护区、小三峡县级自然保护区、大口鲶县级自然保护区、重庆大风堡市级自然保护区、长江湖北宜昌中华鲟自然保护区。

管道沿线穿越 3 处湿地公园，包括重庆市合川区三江湿地公园分区、枝江玛瑙河省级湿地公园、环荆州古城湿地公园。

管道沿线穿越风景名胜区 3 处，包括重庆长寿湖风景名胜区、重庆合川区缙云山国家级风景名胜区、甘井沟风景名胜区。

管道沿线穿过 2 处水产种质资源保护区，包括遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区。

管道沿线穿越 4 处森林公园，包括重庆市合川区九峰山森林公园、南天门森林公园、黄水国家森林公园、清江国家森林自然公园。

本工程穿越和近距离生态环境敏感目标情况详见表 1.9-1，管道穿越的生态保护红线区见表 1.9-2。

表 1.9-1　本工程管道沿线主要生态环境敏感目标

序号	类型	敏感目标名称	所属行政区划	级别	穿越情况
1	自然保护区	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区	四川省江安县	国家级	定向钻穿越缓冲区 715m。
2		金刀峡县级自然保护区	重庆市北碚区	县级	新建中梁山 2#隧道，以隧道穿越实验区 1.25km。出入口均在保护区外。
3		小三峡县级自然保护区	重庆市北碚区	县级	穿越实验区约 900m，其中隧道穿越 790m，入口在保护区外，出口在保护区内。开挖穿越 110m。
4		大口鲶县级自然保护区	重庆市合川区	县级	隧道方式穿越实验区 350m。隧道出入口均在保护区外。
5		重庆大风堡市级自然保护区	重庆市石柱县	省级	穿越实验区 4006m，新建油草河隧道(2750m)和新街隧道(2200m)穿越实验区
6		长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区	湖北省宜都市、猇亭区	省级	盾构隧道穿越实验区 1125m。出入口均在保护区外。
7	湿地公园	重庆市合川区三江湿地公园分区	重庆市合川区	省级	新建嘉陵江隧道(1350m)穿越湿地公园 355m，出入口均在湿地公园外。

序号	类型	敏感目标名称	所属行政区划	级别	穿越情况
8		枝江玛瑙河省级湿地公园	湖北省枝江市	省级	穿越枝江玛瑙河省级湿地自然公园约 150m，穿越保育区约 130m，穿越恢复重建区约 20m
9		环荆州古城湿地公园	湖北省荆州区	国家级	定向钻穿越长度 722m，其中位于湿地公园内长度 310m。
10	风景名胜区	缙云山国家级风景名胜区	重庆市合川区	国家级	长度约 3.51km，其中隧道穿越一级保护区 0.62km；隧道穿越二级保护区 1.19km，开挖穿越二级保护区 1.70km，
11		甘井沟风景名胜区	重庆市忠县	省级	开挖穿越二级保护区 2000m，其中陆域 1800m，戚家河 200m。
12		重庆长寿湖风景名胜区	长寿区	省级	开挖穿越一般游憩区 1.7km
13	水产种质资源保护区	遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区	四川省遂宁市	省级	定向钻方式穿越核心区约 60m
14		嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	重庆市合川区	国家级	穿越嘉陵江隧道(1350m)实验区 572m，
15	森林公园	重庆市合川区九峰山森林公园	重庆市合川区	省级	穿越 8253m，其中隧道穿越 1200m，开挖 6053m
16		重庆市南天门森林公园	重庆市渝北区	省级	隧道穿越 1400m
17		黄水国家森林公园	重庆市石柱县	国家级	穿越 2085m，新建油草河隧道(2750m)和新街隧道(2200m)穿越森林公园一般游憩区。
18		清江国家森林自然公园	湖北省长阳县	国家级	穿越 13462m，其中利用川气东送已建隧道长度 6407m。
19	永久基本农田	管道沿线			
20	公益林、天然林	管道沿线			
21	重点保护野生动植物	管道沿线			
22	近距离	重庆皇华岛国家湿地公园	重庆忠县	国家级	秧石田隧道通过，管道位于上游 200m
23		荆州长湖湿地市级自然保护区	湖北荆州	市级	北侧 75m

表 1.9-2　本工程管道穿越生态保护红线统计

行政区划		类型	穿越长度（m）	备注
四川省	遂宁市安居区	饮用水源-水土保持生态功能重要区域	60	定向钻穿越，无永久和临时占地。
	宜宾市江安县	饮用水源-水土保持生态功能重要区域	970	
	小计		1030	
重庆市	合川区	水土保持	2235	包括云雾山 1# 隧道、嘉陵江隧道、缙云山隧道、中梁 1#隧道
	北碚区	水土保持	2670	包括中梁山 2#隧道、云雾山 3# 隧道、放牛坪隧道
	渝北区	水土保持	1650m	包括铜罗山隧道
	长寿区	水土保持	4630	包括明月山 1#隧道、明月山 2#隧道、明月山 3#隧道
	忠县	水源涵养	60	忠县长江隧道
	石柱县	水土保持、生物多样性维护	4593	忠县长江隧道、方斗山隧道
	小计		15838	
湖北省	利川市	生物多样性维护"、其他生态系统服务功能重要性	12.24	鱼泉口隧道（利旧）、苏家湾隧道、齐岳山 1#、2#、3#隧道、张家梁子隧道、庄屋隧道、刘家隧道、田家崖隧道、新屋场隧道
	恩施市	生物多样性维护、其他生态系统服务功能重要性	5.47	包括猪嘴岩隧道、车坝隧道（利旧）、刀背梁子隧道、柑树垭隧道、月家坡隧道、猪槽坝隧道
	建始县	其他生态系统服务功能重要性	1.94	包括袁家湾隧道（利旧）
	巴东县	生物多样性维护、其他生态系统服务功能重要性、水源涵养	2.87	包括红岩子隧道、支井河 1#隧道、太平店隧道、泗渡河隧道（利旧）
	长阳县	其他生态系统服务功能重要性、水源涵养	5.045	包括魏家包隧道、文家坪隧道、魏家洲隧道、沿溪隧道、磨刀溪隧道、高荒岭隧道
	宜都市	生物多样性维护	0.636	长江隧道、无生态红线占地
	猇亭区	生物多样性维护	0.489	长江隧道、无生态红线占地
	枝江市	其他生态系统服务功能重要性	0.164	玛瑙河定向钻，无生态红线占地
	小计		28.854	
合计			16896.854	

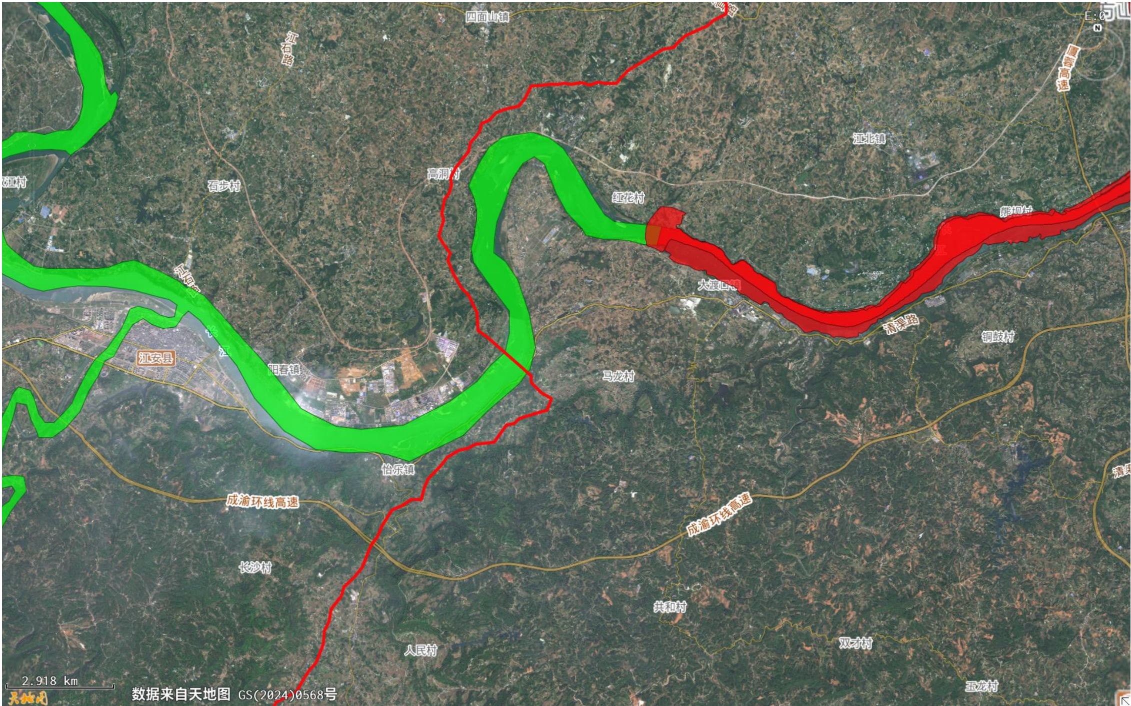


图 1.9-2　管道与长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区位置关系

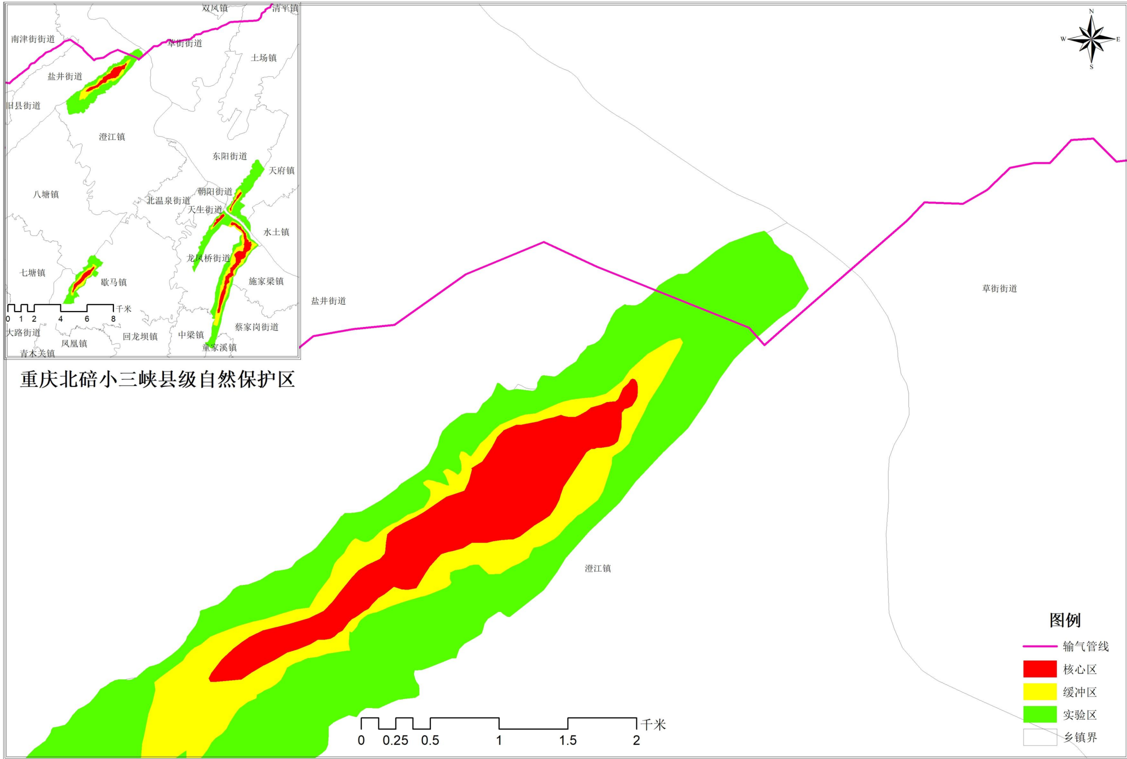


图 1.9-3　管道与小三峡县级自然保护区位置关系

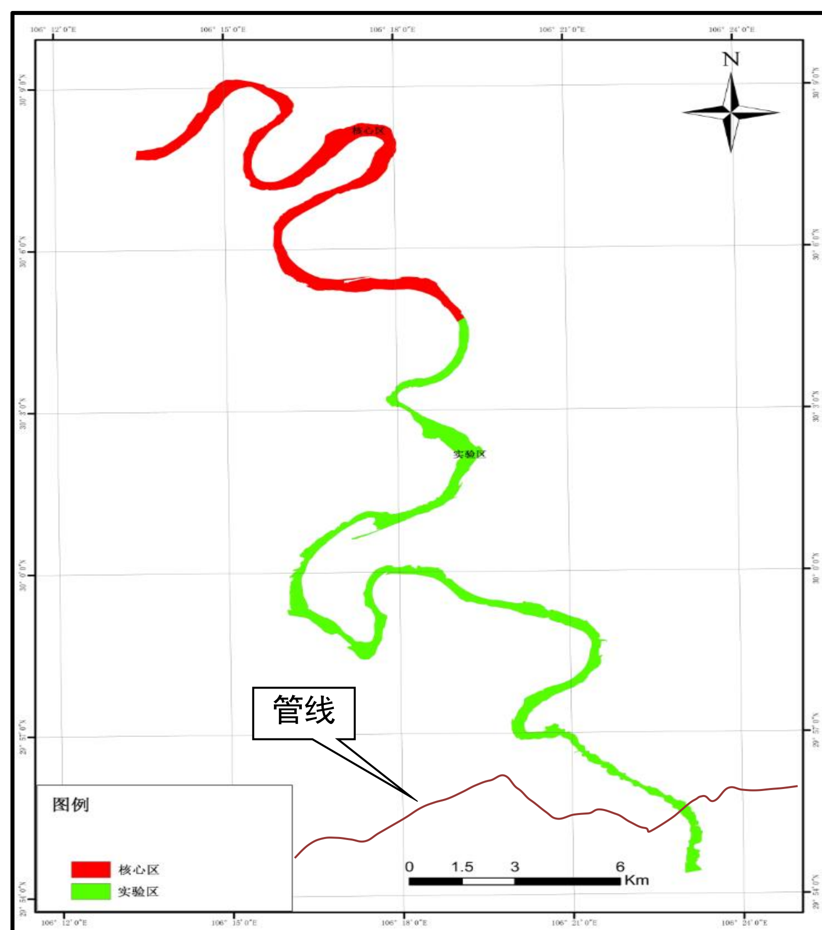


图 1.9-4　管道与大口鲶县级自然保护区位置关系

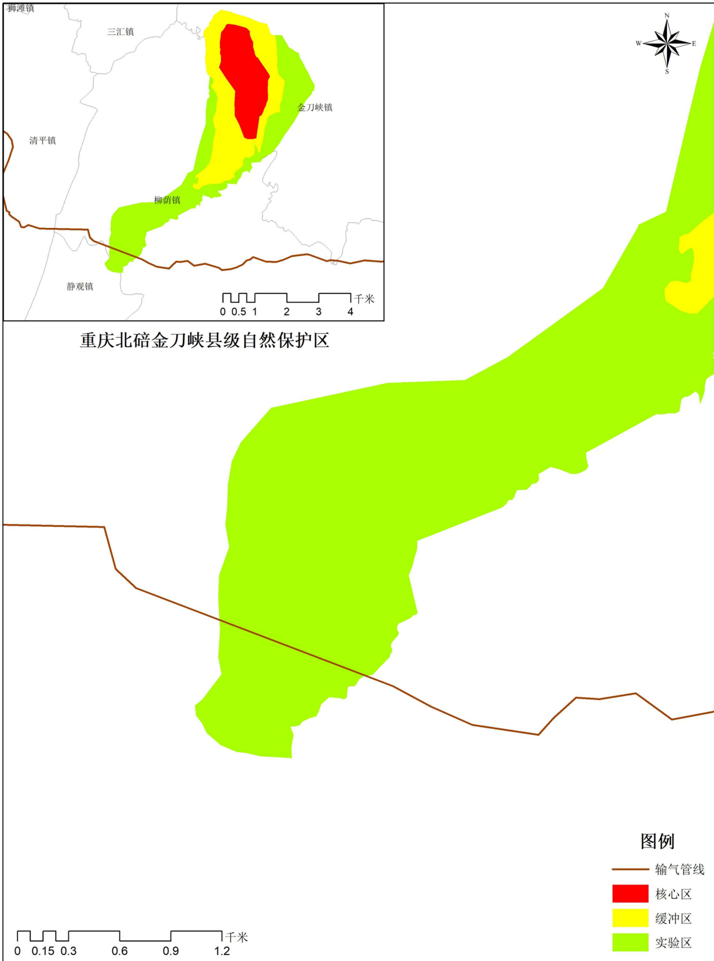


图 1.9-5　管道与金刀峡县级自然保护区位置关系

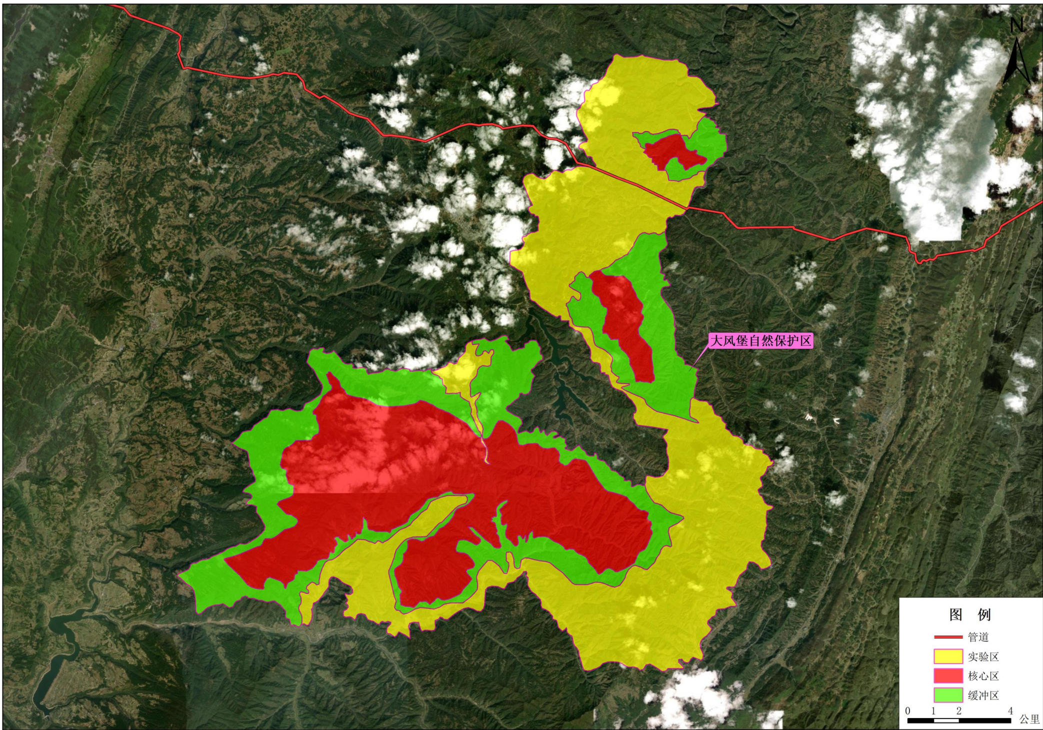


图 1.9-6　管道与重庆大风堡市级自然保护区位置关系

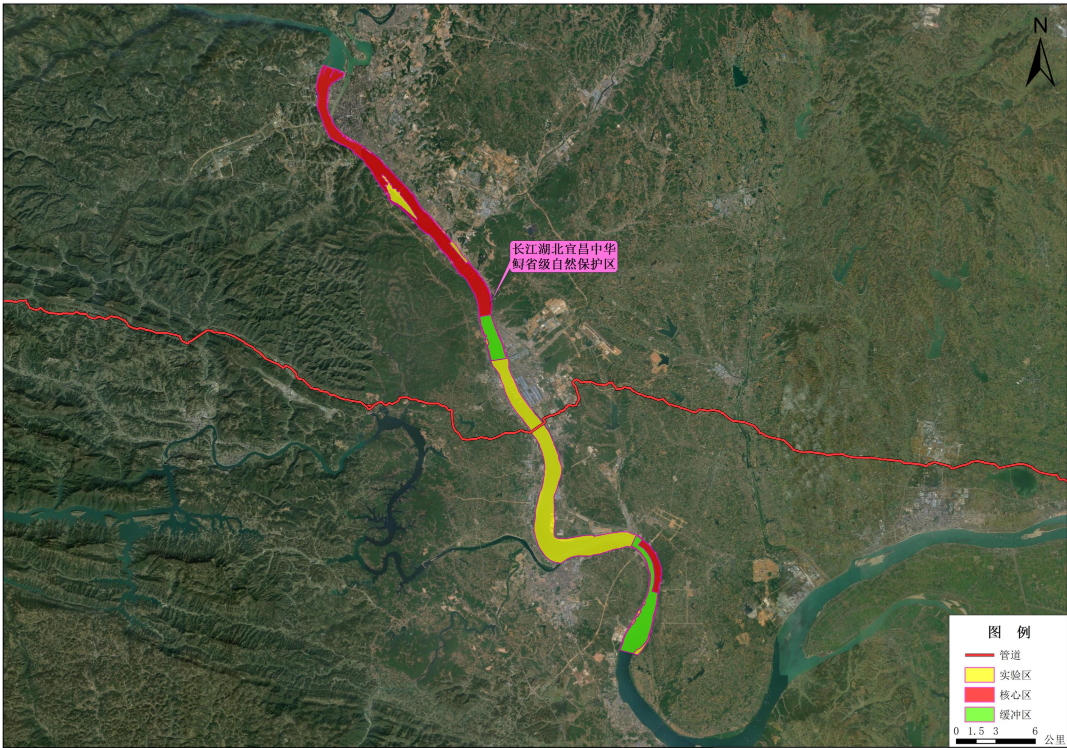


图 1.9-7　管道与长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区位置关系

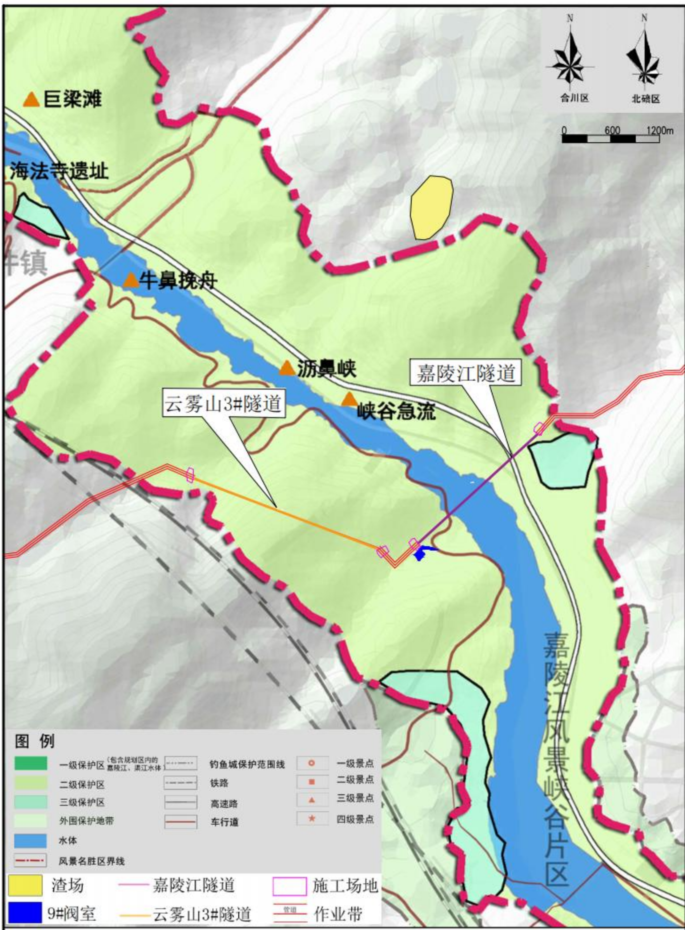


图 1.9-8　管道与重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区位置关系

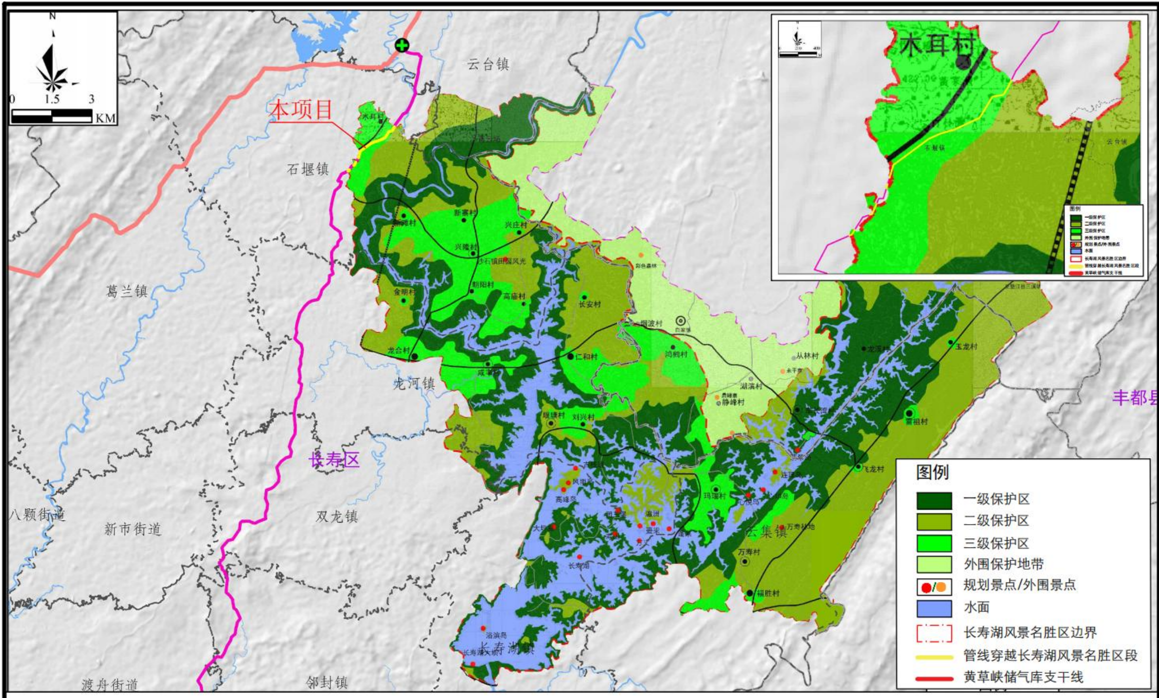


图 1.9-9　管道与长寿湖风景名胜区关系

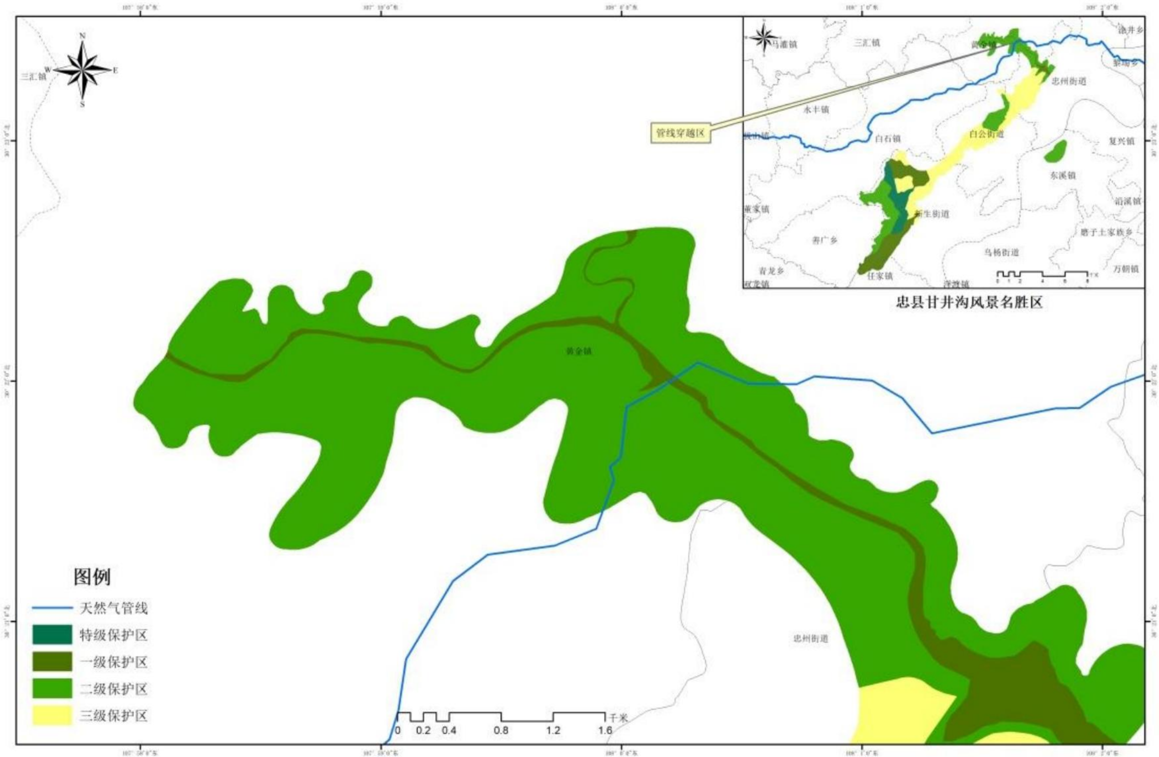


图 1.9-10　管道与甘井沟市级风景名胜区位置关系



图 1.9-11　管道与重庆市合川区三江湿地公园分区位置关系

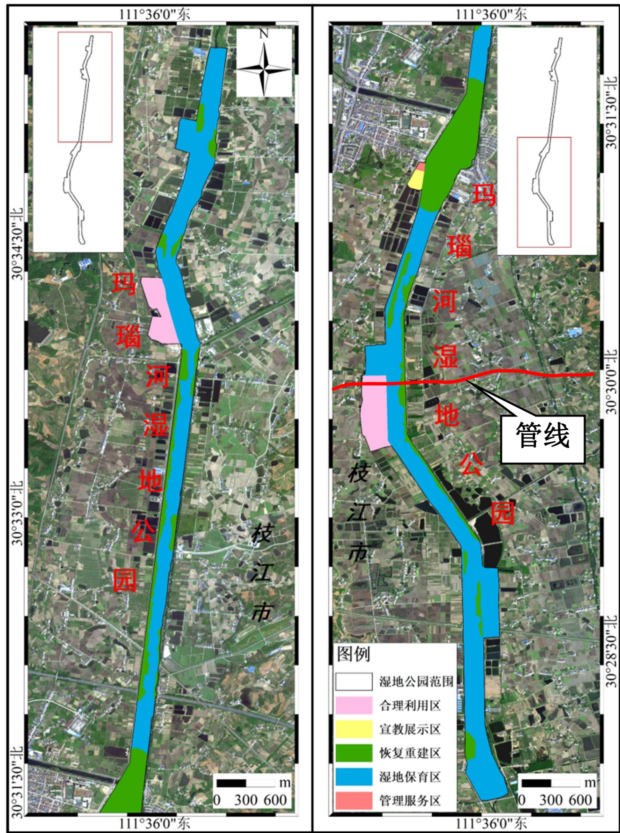


图 1.9-12　管道与枝江玛瑙河省级湿地公园位置关系



图 1.9-13　管道与环荆州古城湿地公园位置关系

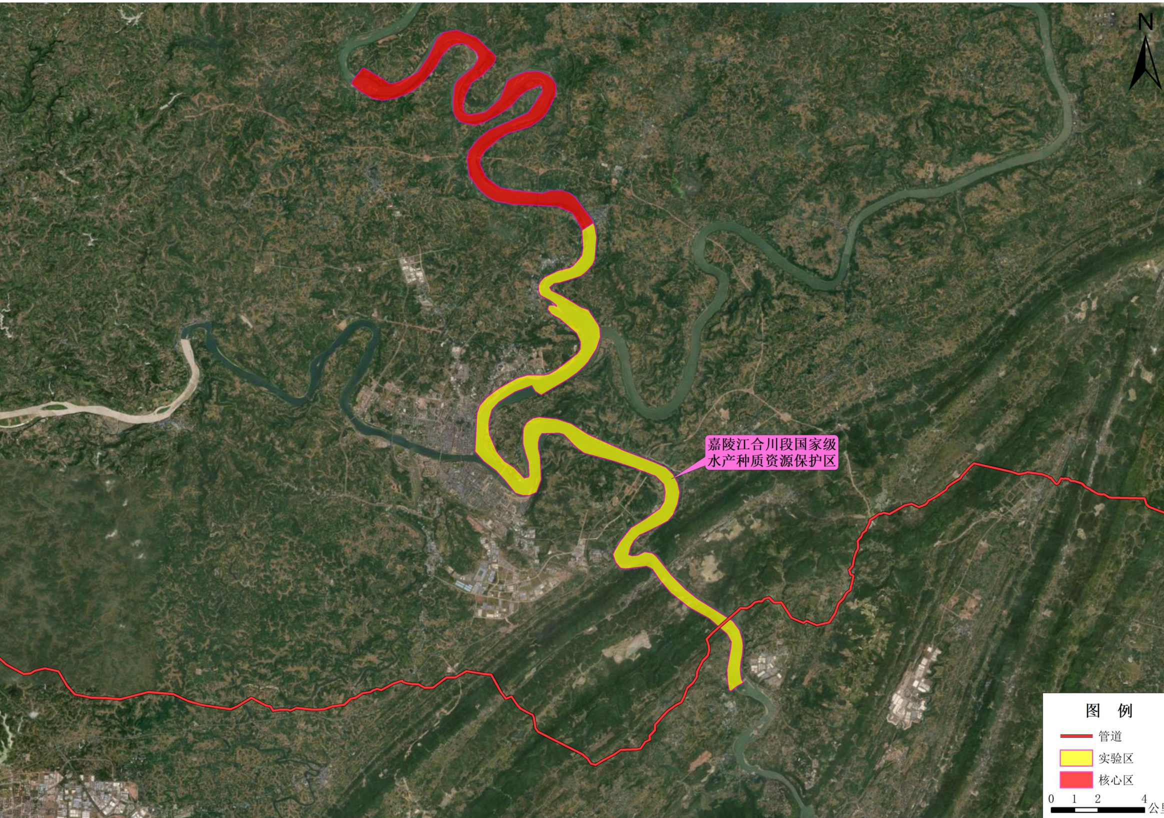


图 1.9-14　管道与嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区位置关系

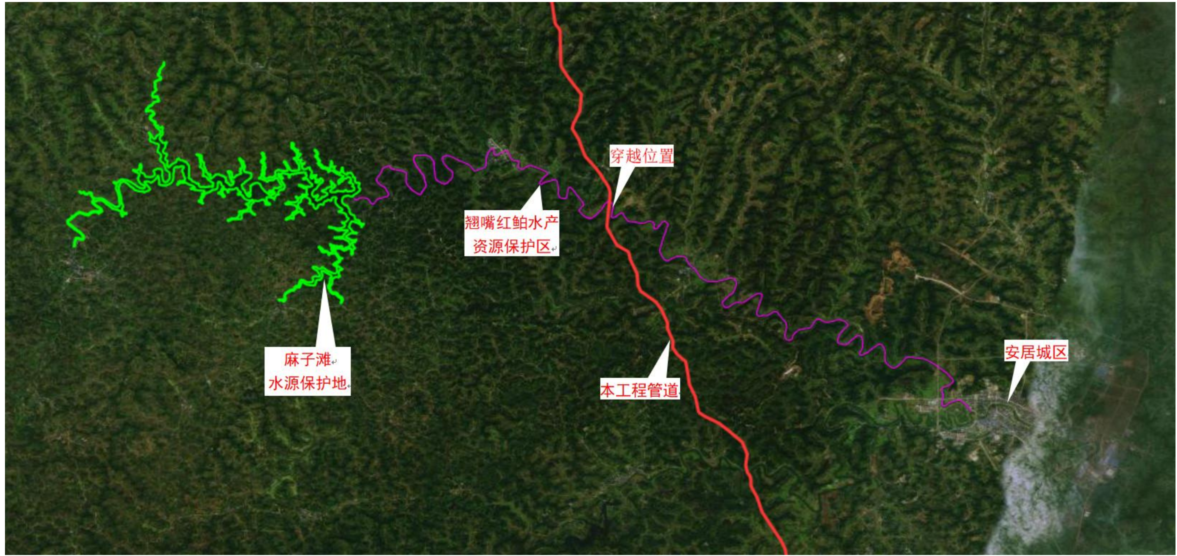


图 1.9-15　管道与安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区位置关系

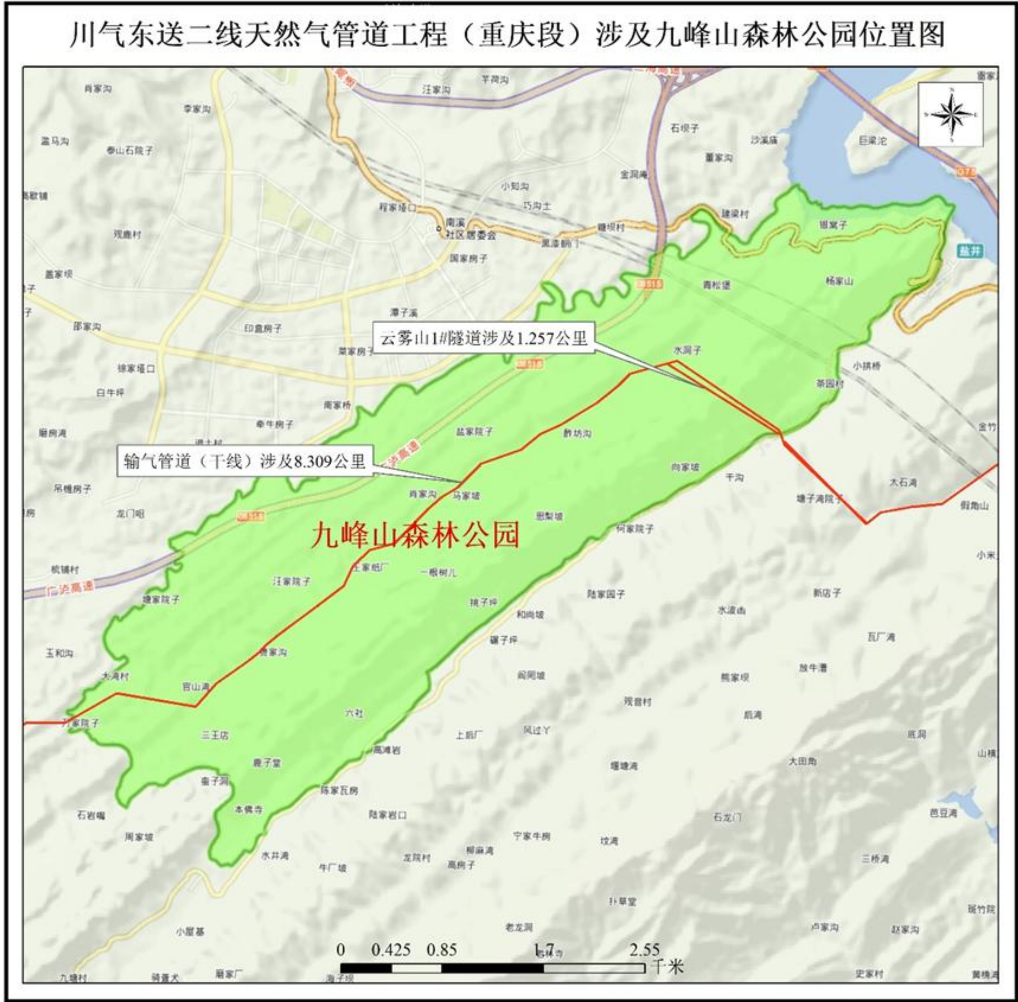


图 1.9-16　管道与重庆市合川区九峰山森林公园位置关系

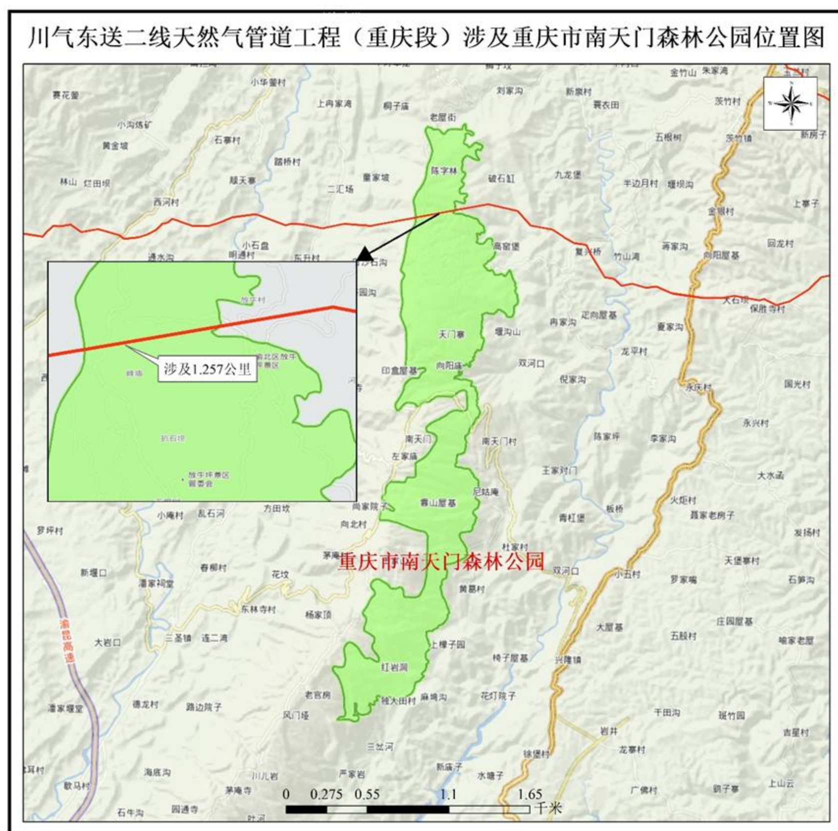


图 1.9-17　管道与南天门森林公园位置关系

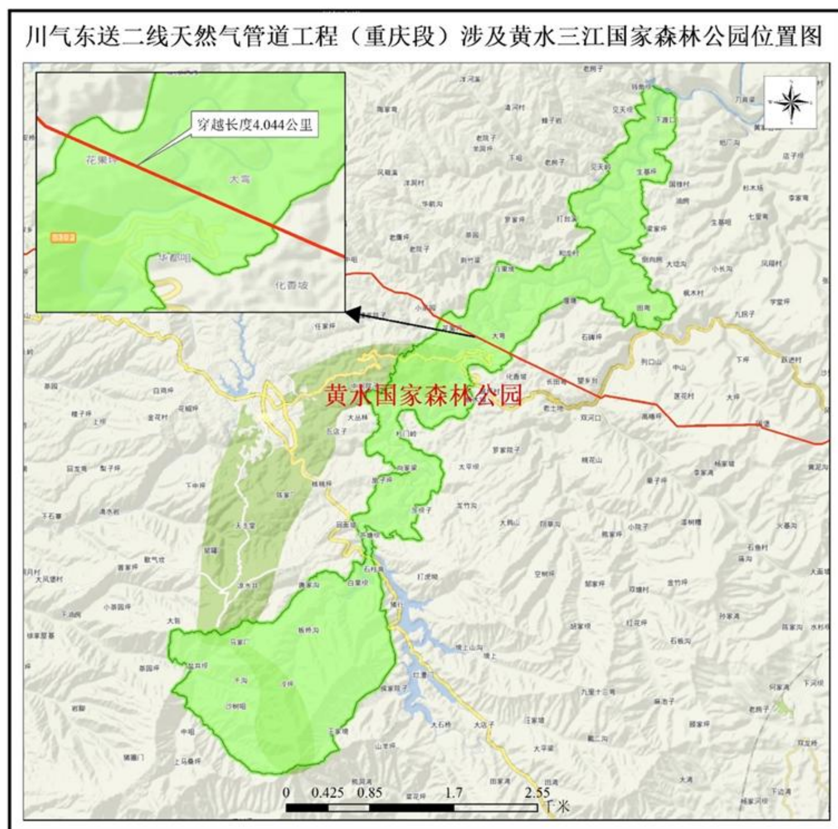


图 1.9-18　管道与黄水国家森林公园位置关系

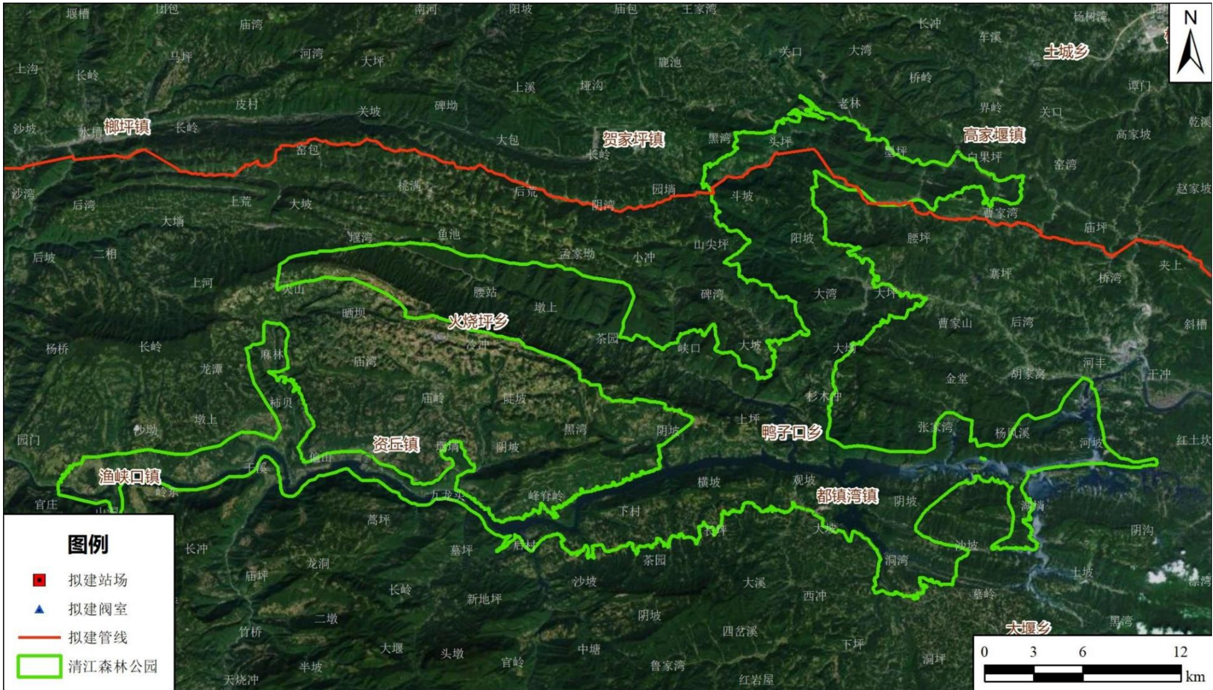


图 1.9-19　管道与清江国家森林自然公园位置关系

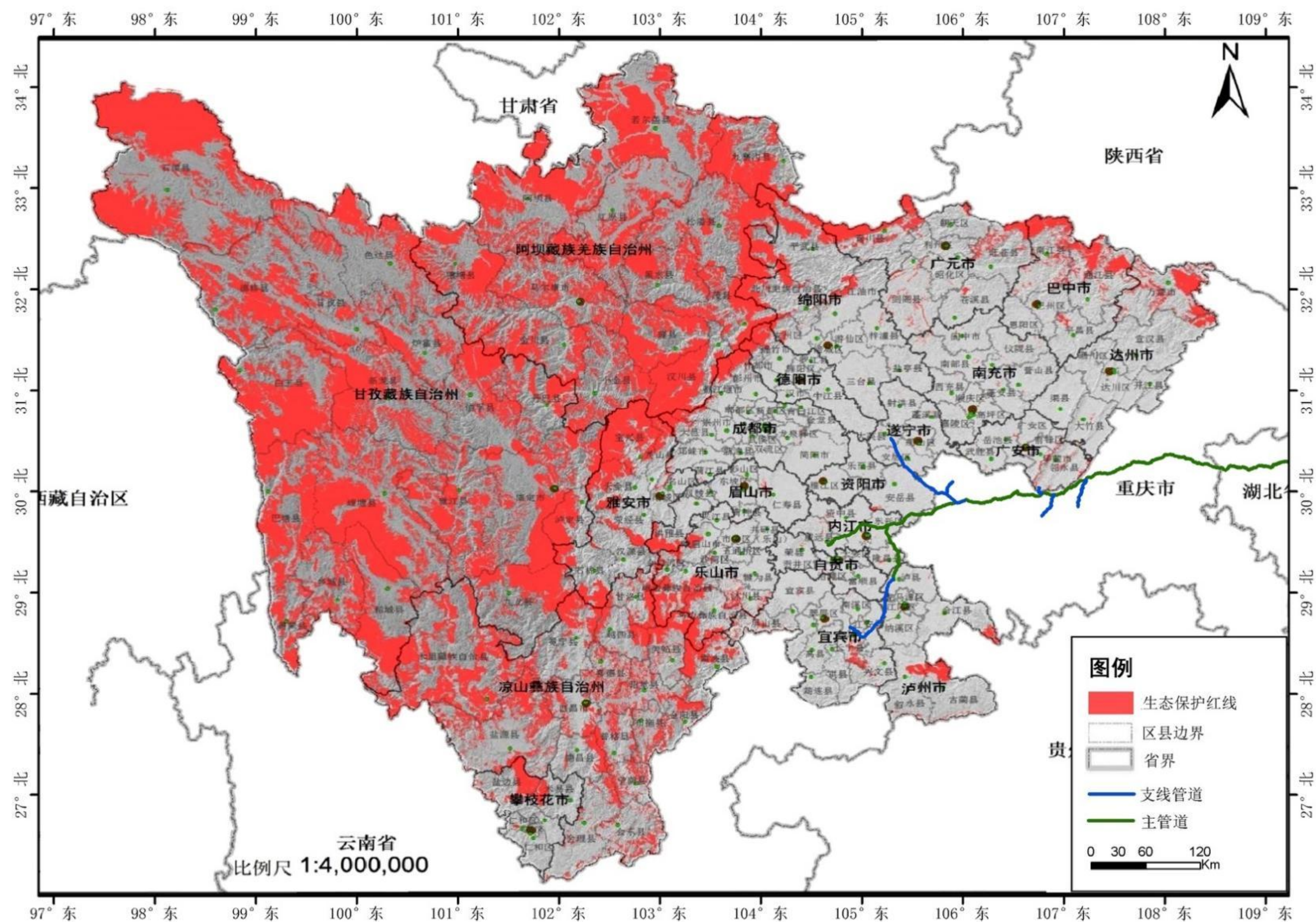


图 1.9-20　管线穿越四川省生态红线位置关系图

图 1.9-21 管线穿越重庆市生态红线位置关系图

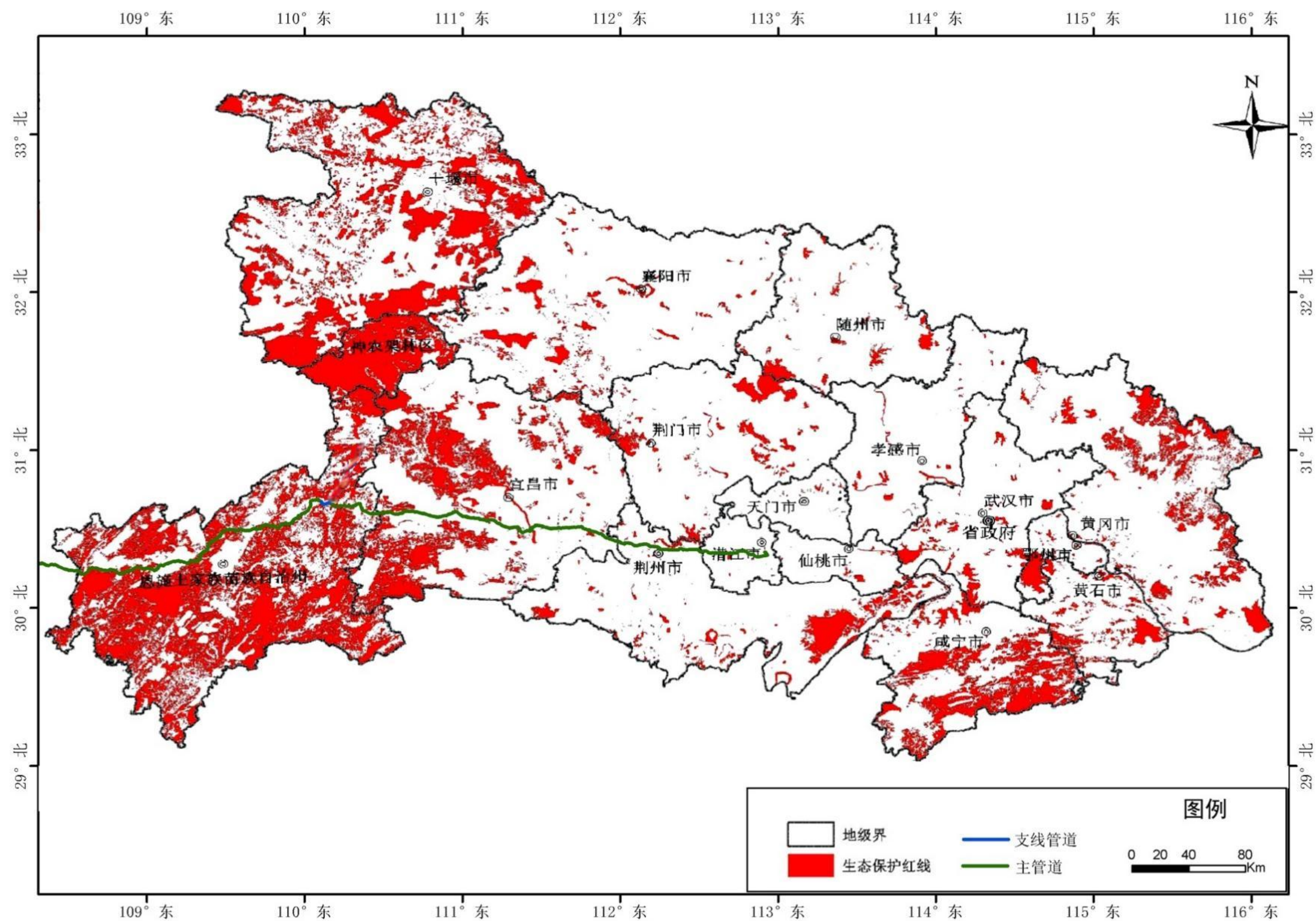


图 1.9-22　管线穿越湖北省生态红线位置关系图

1.9.2 地表水环境保护目标

本工程穿越的地表水源保护区共 5 个，见表 1.9-3。近距离水源地保护区 10 个，见表 1.9-4。

表 1.9-3 本工程穿越饮用水水源保护区统计表

序号	水源保护区名称	省区	县(市、区)	等级	管道与水源保护区关系
1	合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地	重庆市	合川区	乡镇	嘉陵江钻爆隧道穿越二级保护区 280m。
2	利川市团堡镇麻沙河水源地	湖北省	恩施州利川市	乡镇	新屋场山体隧道穿越二级保护区 890m。
3	喻家河水库饮用水水源保护区	湖北省	恩施市	县级	穿越二级保护区 787m，穿越准保护区约 13424m
4	善溪冲水源保护区	湖北省	猇亭区	市级	穿越二级保护区 2860m
5	纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区	湖北省	荆州区	市级	穿越二级保护区约 37m

表 1.9-4 本工程近距离饮用水水源保护区统计表

序号	水源保护区名称	省区	县(市、区)	等级	管道与水源保护区关系
1	铜梁区侣俸镇青云水库斑竹水厂水源地	重庆市	铜梁区	乡镇	距离 50m
2	渝北区大湾镇四五水库雨台山水厂水源地	重庆市	渝北区	乡镇	距离 160m
3	渝北区大湾镇两岔水库两岔水厂水源地	重庆市	渝北区	乡镇	距离 60m
4	渝北区统景镇御临河滚珠水厂水源地	重庆市	渝北区	乡镇	距离 50m
5	长寿区双龙文安冲水源地	重庆市	长寿区	乡镇	管道位于上游 30m
6	忠县双桂镇石宝河水源地	重庆市	忠县	乡镇	管道位于下游 50m
7	忠县红光水库水源地	重庆市	忠县	乡镇	距离 10m
8	车坝河水源水库水源保护区	重庆市	恩施市	乡镇	汇水区外，距离 130m，
9	荆州市青冢子水厂水源地	湖北省	荆州市	乡镇	水源保护区为引水渠，管道位于水源保护区南侧 80m
10	太湖港水厂水源地	湖北省	荆州市	乡镇	位于水源地北侧 50m，有 G50 高速相隔

表 9.1-5 河流大型穿越工程统计

序号	线路	河流名称	穿越位置	水面宽度(m)	穿越长度(m)	穿越方式	水功能区划	水质类别
1	铜梁-潜江段干线	嘉陵江	合川区盐井镇与北碚区澄江镇	320	1228	钻爆法隧道	长江三峡水库嘉陵江合川、北碚保留区	
2		长江(忠县)	忠县黄金镇/石柱县黎场乡	950	2095	钻爆法隧道	长江三峡水库忠县、万州保留区	II
3		油草河	重庆市石柱县	10	2636	钻爆隧道	磨刀溪渝鄂缓冲区	II
4		清江	恩施州恩施市屯堡乡	219	600	钻爆法隧道	清江利川、恩施保留区	II
5		太阳河	恩施州恩施市白杨坪镇	137	405	顶管	-	III
6		马水河	恩施州建始县红岩寺镇	90	273.6	桁架跨越	马水河保留区	II
7		野三河悬跨越	建始县高坪镇/巴东县大支坪镇	155	300	悬索跨越	野三河巴东-建始保留区	II
8		长江(宜昌市)	宜都市红花套镇/猇亭区	990	1418	盾构隧道	长江宜昌中华鲟保护区	II
9		沮漳河	荆州市荆州区七星台镇	75	767	顶管	沮漳河荆州保留区	III
10		内泊湖	荆州市沙市区观音垱镇	285	1250	定向钻	-	III
11		四湖总干渠	潜江市浩口镇	74.2	1300	定向钻	四湖总干渠保留区	III
12		东荆河	湖北省潜江市熊口镇	124.2	1400	定向钻	东荆河保留区	III
13	牟家坪老翁场储气库支干线	长江(宜宾市)	江安县井口镇	430	1020	定向钻	长江上游珍稀特有鱼类保护区	II
14		沱江	富顺县怀德镇和长滩镇交界	235	870	定向钻	沱江富顺开发利用区	III

表 9.1-6　河流中型穿越工程统计

序号	线路	河流名称	穿越位置	水面宽度(m)	穿越长度(m)	穿越方式	水功能区划	水质类别
1	铜梁-潜江段干线	御临河	重庆市渝北区明月镇	72	285.0	开挖	御临河川渝缓冲区	III
2		大洪河	重庆市长寿区洪湖镇	40	147	开挖	渔业用水	III
3		高滩河	重庆市垫江县五洞镇	72	812.0	定向钻	-	III
4		戚家河	重庆市忠县黄金镇	116	149.44	开挖	-	III
5		车坝河	恩施州恩施市屯堡乡	45	150	开挖	-	III
6		涂家河	恩施州恩施市龙凤镇	23	210.07	开挖	-	III
7		支井河	恩施州巴东县野三关镇	63	96.5	开挖	-	III
8		泗渡河	恩施州巴东县野三关镇	42.6	139.12	开挖	-	III
9		叶溪河	宜昌市长阳县榔坪镇	50	70.9	开挖	-	III
10		玛瑙河	宜昌市枝江市安福寺镇	161.7	545	顶管	-	III
11		沿溪(一)	宜昌市长阳县高家堰镇	40	132.07	开挖	-	III
12		沿溪(八)	宜昌市长阳县高家堰镇	29	83.6	开挖	-	III
13		沿溪(九)	宜昌市长阳县高家堰镇	42	155.23	开挖	-	III
14		丹水	宜昌市长阳县高家堰镇	55	99	顶管	-	III
15		大溪沟	宜昌市宜都市红花套镇	54	129	顶管	-	III
16		太湖港	荆州市荆州区八岭山镇	43	349	顶管	-	III
17		郭聚渠	荆州市荆州区八岭山镇	72	190	开挖	-	III
18		纪北渠	荆州市荆州区八岭山镇	33	109	顶管	-	III
19		引江济汉	荆州市荆州区纪南镇	187	221	顶管	-	III
20		太湖港(湿地公园)	荆州市荆州区郢城镇	67	980	定向钻	-	III
21		西荆河	潜江市浩口镇	45	970	定向钻	-	III
22		东干渠	潜江市熊口镇	44	900	定向钻	-	III
23		中沙河	潜江市熊口镇	43	970	定向钻	-	III
24	牟家坪老翁场储气库支干线	长宁河	四川省宜宾市长宁县开佛镇	95	750	定向钻	-	III
25	大英-安岳-铜梁	琼江	四川省遂宁市	60	571	定向钻	琼江遂宁保留	III

	支干线		安居区东禅镇				区	
26		蟠龙河	四川省遂宁市安居区	46	456	定向钻	-	III
27		岳阳河	资阳市安岳县	55	468	定向钻	-	III
28		龙台河	资阳市安岳县	40	532	定向钻	-	III
29		平滩河	重庆市潼南区	33	449	定向钻	-	III
30	铜锣峡储气库支干线	御临河 2	重庆市渝北区统景镇	190	210	大开挖	御临河江津长寿渝北饮用水源区	III

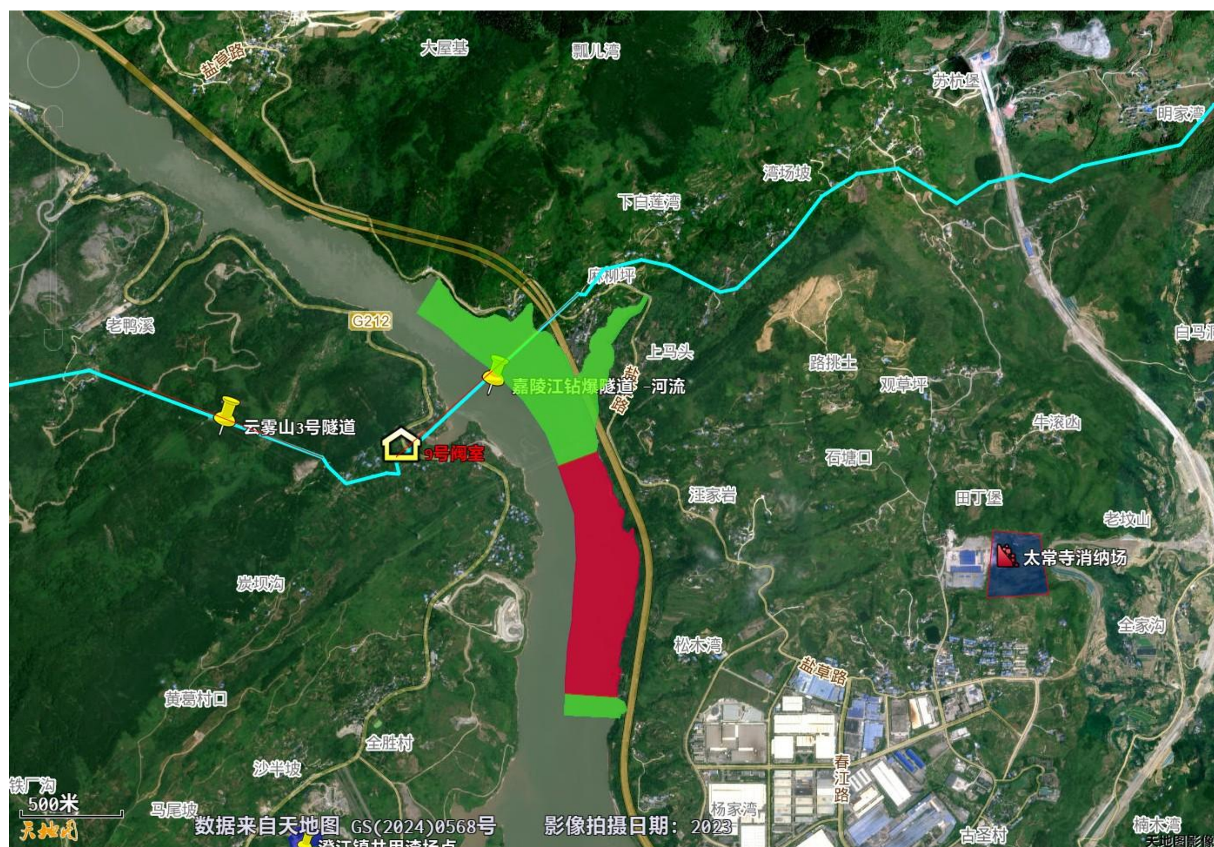


图 1.9-23　管道与合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地

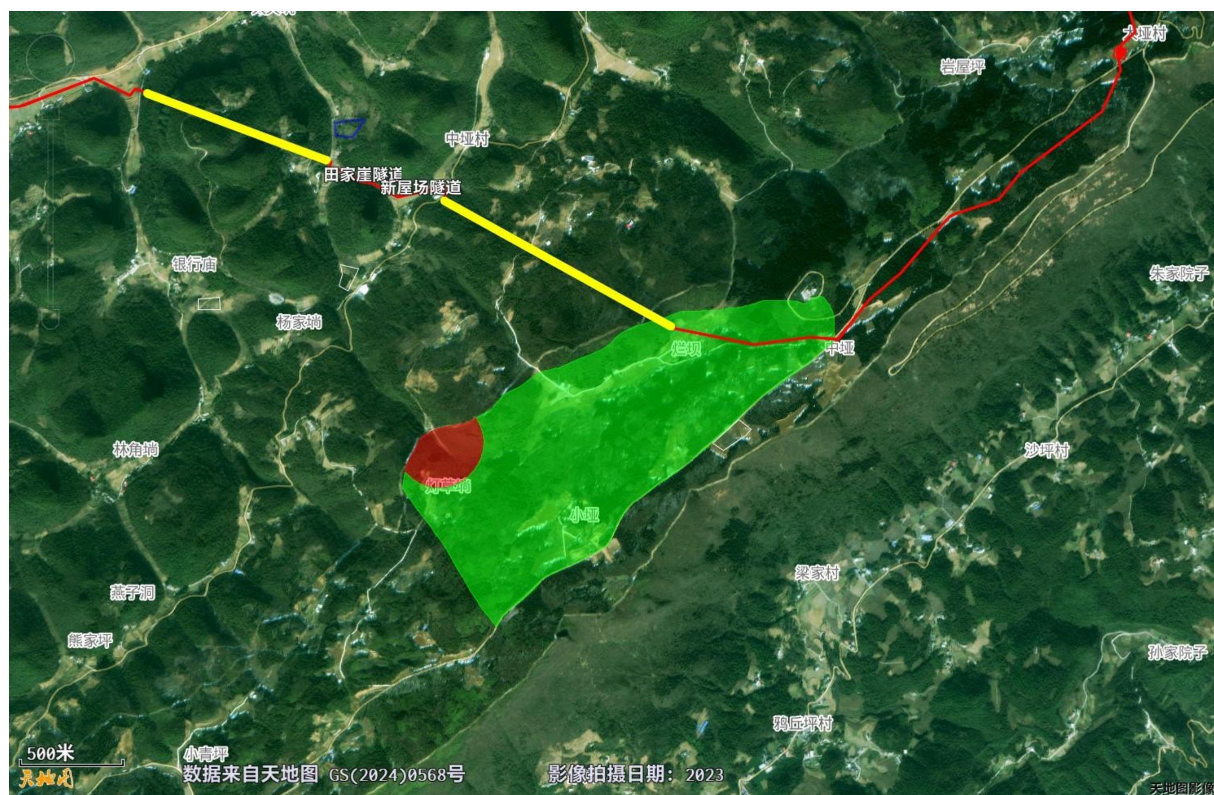


图 1.9-23　管道与利川市团堡镇麻沙河水源地保护区位置关系



图 1.9-24 管道与喻家河水库饮用水源保护区位置关系



图 1.9-25　管道与猇亭区善溪冲水库水源保护区的关系



图 1.9-26　管道与纪南水厂水源保护区的关系

1.9.3　地下水环境保护目标

根据搜集资料和现场环境水文地质调查，本项目涉及的地下水环境保护目标主要为拟建天然气管道周边(特别是下游方向)可能受到建设项目影响的集中式饮用水水源、分散式饮用水源地(井或泉)等。

1)　集中式饮用水水源

本项目涉及的饮用水水源保护区共有 2 个(见表 1.9-7)，开挖穿越二级保护区分别长度 585m、1137m。

表 1.9-7　本工程沿线地下水环境保护目标(集中式饮用水水源)

序号	所在地	级别	水源保护区名称	管道与水源保护区关系
1	重庆市	乡镇级	合川区清平镇黄金村水源地保护区	穿越二级保护区 585m； 管道距取水口 73m，距一级保护区边界 43m； 水源保护区位于管道上游。
2	湖北省	农村	恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	开挖穿越二级保护区 1137m

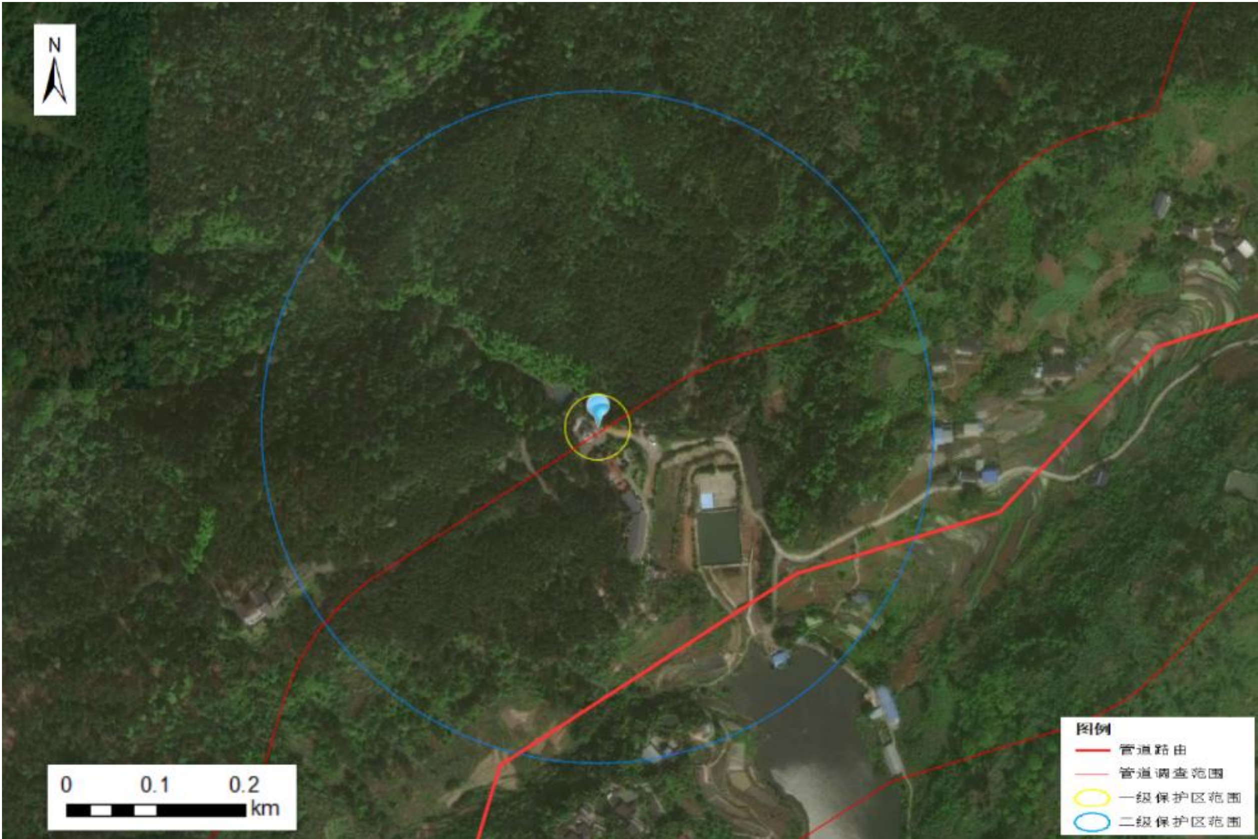


图 1.9-27　管道与重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区的位置关系

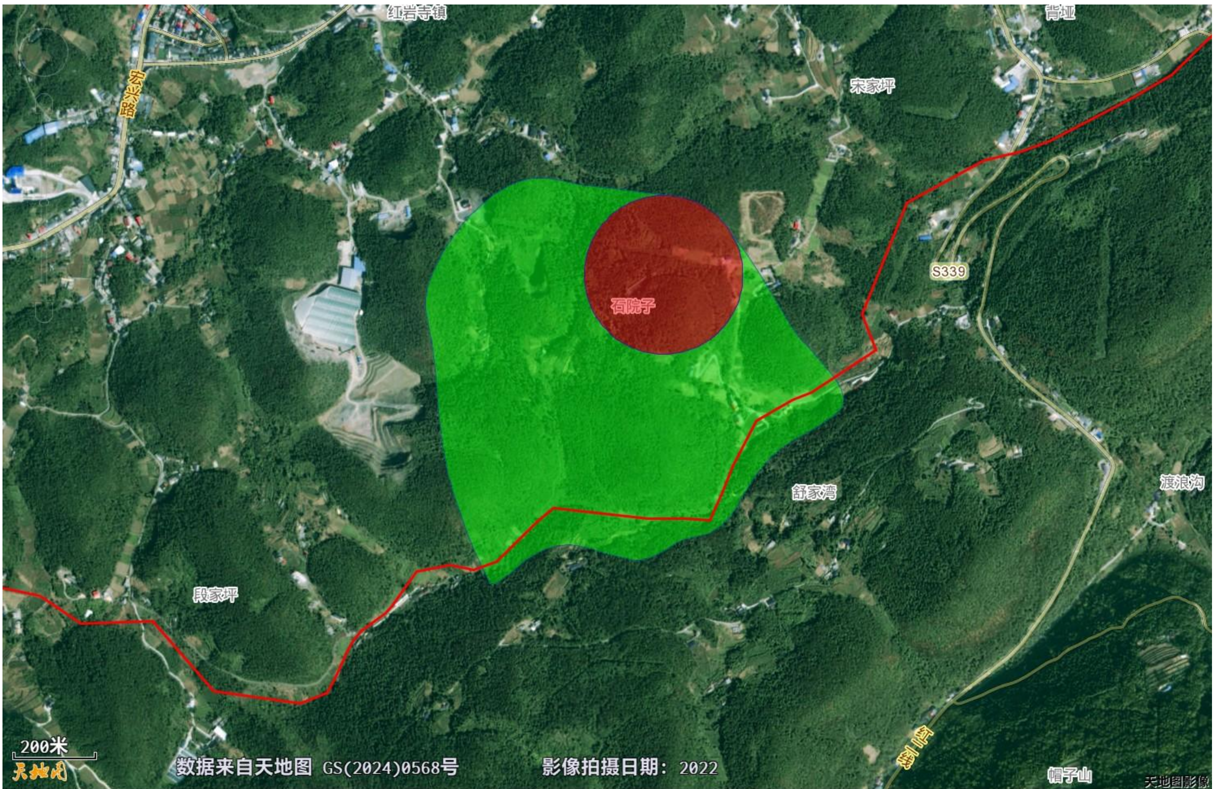


图 1.9-28　管道与恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区位置关系

2） 管道沿线近距离水源保护区

管道沿线有 3 个近距离集中式地下水水源保护区，各水源保护区情况详见表 1.9-8。

表 1.9-8 管道沿线近距离集中式地下水水源保护区情况

序号	所在地	级别	水源保护区名称	类型	与水源保护区关系
1	忠县	乡镇	忠县黄金镇金鳞洞黄金鸿源自来水有限公司水源地	地下水	距离 5m
2	利川市	乡镇	利川市汪营镇清江源水源地	地下水	距离 40m
3	利川市	村	利川市凉雾乡响水洞水源地	地下水	距离 15m

3） 分散式饮用水源地

本项目周边分散式饮用水源地保护目标共有 13 处(见表 1.9-9)。

表 1.9-9 本工程沿线地下水环境保护目标(分散式饮用水水源井)

序号	所在地	级别	水源保护区名称	类型	管道与水源保护区关系
1	资阳市	乡镇级	安岳县毛家镇燕坡村地下水型水源保护区	地下水	取水口距离管线 485 米，位于管线上游。
2	宜宾市	乡镇级	长宁县老翁镇长翁村地下水型水源保护区(备用水源)	地下水	取水口距离管线 1500 米，位于管线下游。
3	恩施州	乡镇级	利川市汪营镇清江源水源地保护区	地下泉	取水口距离管线 544 米，水源地一级保护区距离管线约 35 米，位于管线下游。
4	恩施州	乡镇级	建始县红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家坪、黄木垭地下水型水源地保护区	地下泉	取水口距离管线 2600 米，位于管线上游。
5	重庆市	村级	渝北区统景镇谢家湾供水工程	地下泉	取水口距离管线 340 米，位于管线上游。
6	重庆市	乡镇级	合川区清平镇清泉自来水厂水源保护区	地下泉	取水口距离管道 744m；管道距离水源地二级保护区边界 244m；水源保护区位于管道下游。
7	重庆市	村级	渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程	地下泉	取水口距离管线 960 米，位于管线下游。
8	重庆市	村级	渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程	地下泉	取水口距离管线 737 米，位于管线上游。
9	重庆市	乡镇级	渝北区统景镇黄印村黄印水厂	地下泉	取水口距离管线 372 米，位于管线上游。
10	重庆市	乡镇级	合川区昌龙供水站	地下泉	管道距出水口 583 米；水源保护区位于管道下游。
11	重庆市	村级	渝北区大湾镇杉树村水源地	地下泉	水源地在管线上游，距离管线 1100 米。

序号	所在地	级别	水源保护区名称	类型	管道与水源保护区关系
12	重庆市	村级	渝北区统景镇中和村水门洞地下水水源地	地下泉	水源地在管线上游，距离管线1780米。

1.9.4 环境空气、声环境保护目标

本工程的环境空气、声环境保护目标为站址周边200m范围和管道沿线两侧200m范围的村庄，详见附表。

1.9.5 环境风险保护目标

本工程的环境风险保护目标为管道沿线200m范围内人口以及各站场周边5km范围内的村庄，详见附表。

1.10 评价方法和评价工作程序

1.10.1 评价方法

由于本工程为线路工程，本评价将按“点段结合、以点带面，突出重点、反映全线”的方法开展工作。结合本工程各评价区段环境特征和各评价要素的评价工作等级，对环境影响因素进行识别和筛选，有针对、有侧重地对环境要素进行监测与评价。同时考察和调查国内现有管道(如川气东送一线、西气东输一、二、三线管道、中俄东线、漠大线等)施工期和运行期存在的环境问题，获取有关管道建设和运行中的环境影响因素及污染源的有关资料。参考类比调查的结果，选择适当的模式和参数，定量或定性地分析项目施工期间和投产运行后对周围环境的影响，以及非正常工况、事故状态下的影响，针对评价结果反映的主要问题，结合国内外现有方法提出预防和恢复措施；结合工程沿线各城镇发展规划、环境保护规划、生态保护规划等，论证管线路由走向和站场选址的环境可行性；最后综合分析各章节评价结论，给出该项目建设的环境可行性结论。

1.10.2 评价时段

本项目环境影响评价时段主要包括施工期和运行期两个时段。

1.10.3 评价工作程序

本工程环境影响评价工作程序详见图1.10-1。

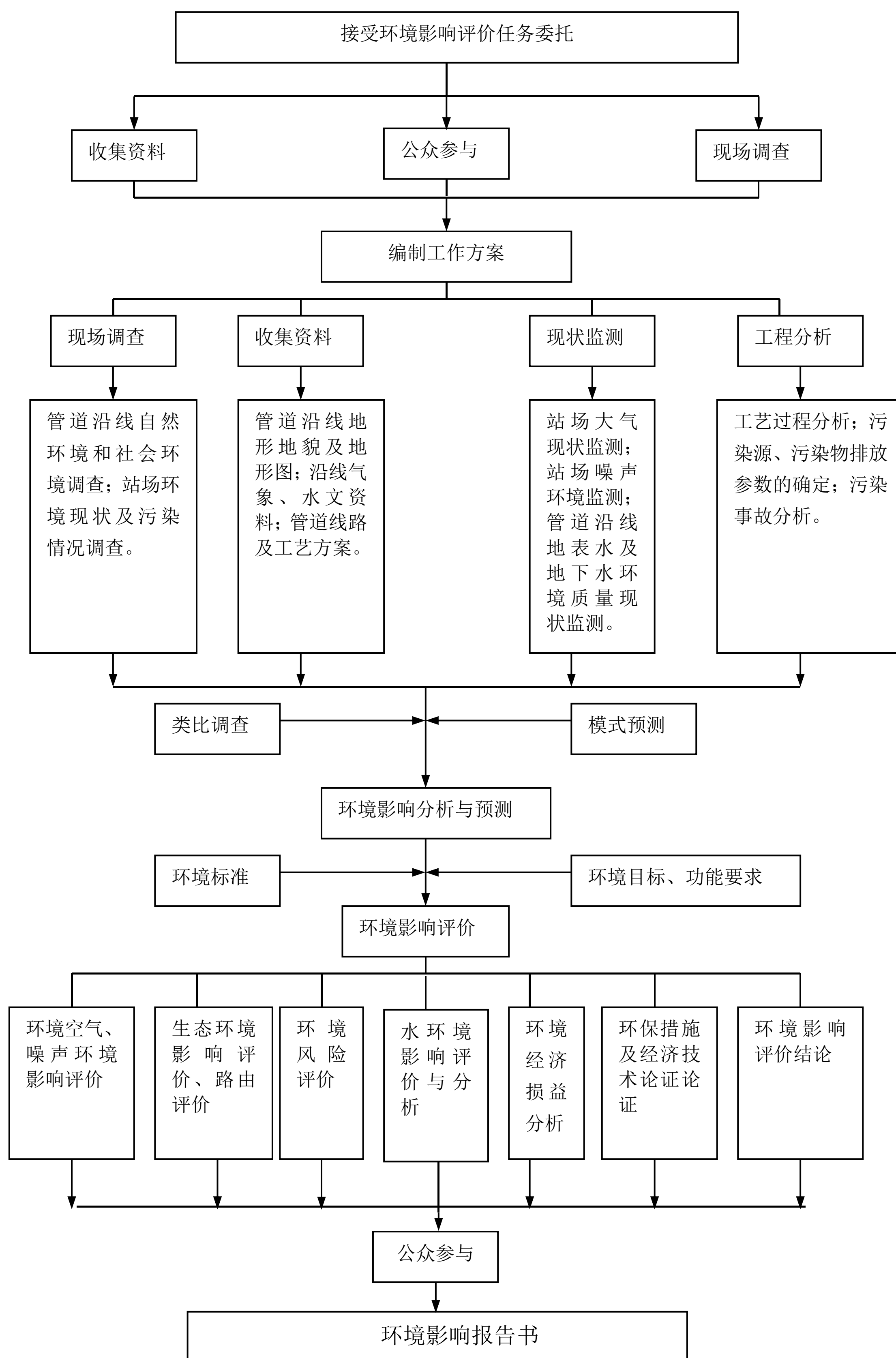


图 1.10-1　环境影响评价工作程序

2 建设项目概况

2.1 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段

2.1.1 总体情况

1） 川气东送二线天然气管道

川气东送二线天然气管道工程属于《“十四五”现代能源体系规划》(发改能源〔2022〕210 号)中规划建设的天然气管道工程，是四川盆地上产天然气和富余调峰气重要的外输通道。主体工程包括 1 条干线、1 条联络线、15 条支干线。其中，干线起自四川省内江市威远县威远首站和泸州市泸县首站，途径四川、重庆、湖北、安徽、江西、浙江、福建等 7 省(市)，止于福建省温州市温州末站，全长 2418 公里，川气东送一线和川气东送二线天然气管道工程构成的川气东送系统设计输气量 260 亿立方米/年，设计压力 10 兆帕，管径 1219 毫米/1016 毫米。干线分川渝鄂段、鄂豫皖赣浙闽段潜江/仙桃-宣城、宣城-温州三段建设。1 条联络线为枣阳-合肥-宣城联络线，全长 821.5 公里。

2） 川气东送二线天然气管道与川气东送天然气管道工程关系

川气东送管道西起川东北普光首站，东至上海末站，途经四川、重庆、湖北、安徽、江苏、浙江、上海等 5 省 2 市。管道全长约 2229km，包含 1 条干线、5 条支线。2013 年 5 月 3 日通过原国家环境保护部组织的竣工环保验收。川气东送二线天然气管道工程在重庆市石柱土家族自治县王场镇之后至潜江段线路，考虑与川气东送管道的互联互通，总体并行川气东送管道，沿川气东送管道走廊带敷设至潜江压气站。

3） 川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段包括 1 条干线、4 条支干线和 8 条供气支线，总长 1576km。

干线工程总体与川气东送一线并行敷设，干线线路全长 1145km，起点为四川威远县和泸县，途经重庆，终点为湖北省潜江市。沿途经过四川、重庆、湖北 3 个省(市)28 县(市、区)。四川省辖区内经威远县、内江市中区、东兴区、安岳县、泸县、隆昌市 6 个区县，线路长度合计 197km。重庆辖区内经大足区、潼南区、铜梁区、合川区、璧山区、北碚区、渝北区、

长寿区、垫江县、忠县、石柱土家族自治县 11 个区县，线路长度合计 383km。湖北省辖区内经利川市、恩施市、建始县、巴东县、长阳土家族自治县、宜都市、猇亭区、枝江市、沙市区、潜江市 11 个区县，线路长度合计 565km。是四川盆地上产天然气的又一外输通道。

支线工程由 4 条支干线和 8 条供气支线组成，线路分布于 3 省(市)7 市(州)19 县(区)。

4 条支干线管道包括大英-安岳-铜梁支干线，为资源注入管道；牟家坪、老翁场储气库支干线，黄草峡储气库支干线，铜锣峡储气库支干线 3 条储气库联络线，分别分布于四川省宜宾市、泸州市、自贡市、遂宁市、资阳市，重庆潼南区、铜梁区、渝北区、长寿区，总长 295.4km。

8 条供气支线管道包括重庆境内垫江供气管道、潼南供气管道、璧山供气管道、长寿供气管道、大足供气管道、合川供气管道、渝北供气管道；湖北境内巴东供气管道，分别分布于重庆市大足区、潼南区、璧山区、合川区、渝北区、长寿区、垫江区，湖北省巴东县，总长 135.6km。

管道沿线整体走向见图 2.1-1。



图 2.1-1　川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段线路总体走向

2.1.2 工程核准情况

2022 年 9 月 28 日，国家发改委核准了川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段，核准文件明确项目主体工程分三阶段建设。

一阶段建设威远/泸县-铜梁段干线，实现与中贵线联网；

二阶段建设铜梁-潜江段干线、牟家坪老翁场储气库支干线、大英-安岳-铜梁支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线；

三阶段建设重庆大足供气支线、潼南供气支线、合川供气支线、璧山供气支线、渝北供气支线、长寿供气支线、垫江供气支线、湖北巴东供气支线。

三阶段划分及线路走向见图 2.1-2。



图 2.1-2　川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段项目三个阶段划分及线路走向

1）　一阶段

工程范围：威远/泸县-铜梁(铜梁区与合川区交界处)管道长度 282.77 km，管径 D1016/D1219，线路阀室 11 座，站场 4 座。

目标：实现威远、泸县气源上载及在铜梁与中贵线互联互通，将四川盆地上载气源输送至国家干网。

2）　二阶段

工程范围：铜梁(铜梁区与合川区交界处)-潜江管道长度 860km，管径

D1219，线路阀室46座，站场6座。另含牟家坪老翁场储气库支干线、大英-安岳-铜梁支干线管道、铜锣峡储气库支干线管道、黄草峡储气库支干线管道4条支干线。

目标：支撑四川盆地千亿方产能规划，实现川中气源上载；与牟家坪、老翁场、铜锣峡、黄草峡等沿线大型储气库互联互通，充分发挥储气库应急调峰能力，保障能源供应安全；同时在潜江与新气管道、西气东输等国家主干管网互联互通，带动沿线经济发展，向中东部输气，促进长江经济带高质量发展。

3) 三阶段

工程范围：8条供气支线。

目标：实现与沿线地方管网连接，满足沿线用气需求。

2.2 二阶段工程概况

2.2.1 项目名称、建设单位、项目性质及投资

项目名称：川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)

建设单位：国家石油天然气管网集团有限公司

项目性质：新建

项目投资：总投资240.28×10^8元(含增值税)，环保投资3.65×10^8元，占工程总投资的1.65%。

2.2.2 地理位置

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)包括1条干线(铜梁-潜江段干线)、4条支干线(牟家坪老翁场储气库支干线、大英-安岳-铜梁支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线)，干支线总长度1155.56km，经过四川省、重庆市和湖北省。

2.2.2.1 铜梁-潜江段干线

铜梁-潜江段干线线路起自重庆市铜梁区/合川区县界，途径重庆市与湖北省两个省(直辖市)18个市、县、区，终点为位于湖北省潜江市的潜江分输压气站，全长854.86km，重庆市段长度299.06km，湖北省段长度555.8km。另配套建设4条联通管线6km，实现与川气东送一线站场联通。管道沿线经过行政区划统计见表2.2-1，管道整体走向见图2.2-1。

表 2.2-1　铜梁-潜江段干线沿线行政区划长度统计表

序号		行政区划			线路长度(km)	小计(km)
		省(自治区)	地级市	县(市、区)		
1	干线	重庆市	/	合川区	40.87	299.06
2				北碚区	15.37	
3				渝北区	32.50	
4				长寿区	48.07	
5				垫江区	34.25	
6				忠县	71.70	
7				石柱县	56.30	
8		湖北省	恩施州	利川市	94.7	273.5
9				恩施市	79.3	
10				建始县	48.2	
11				巴东县	51.3	
12			宜昌市	长阳县	96.0	182.5
13				宜都市	22.3	
14				猇亭区	11.8	
15				枝江市	52.4	
16			荆州市	荆州市	27.85	50.5
17				沙市区	22.45	
18			/	潜江市	49.5	49.5
合计(km)						854.86
1	恩施分输清管站联通线	湖北省	恩施州	恩施市	0.6	0.6
2	野三关压气站联通线		恩施州	巴东县	1.2	1.2
3	宜昌分输清管站联通线		宜昌市	猇亭区	0.7	0.7
4	潜江分输压气站联通线			潜江市	3.5	3.5
合计					6	6
总计						860.86



图 2.2-1　铜梁-潜江段干线线路总体走向示意图

2.2.2.2　牟家坪老翁场储气库支干线

牟家坪老翁场储气库支干线起自位于四川省宜宾市长宁县的牟家坪首站，经宜宾市长宁县、江安县，止于位于泸县的泸县首站(不属于本工程范围)，线路长度约为100.9km。

管道沿线经过行政区划统计见表2.2-2，管道整体走向见图2.2-2。

表2.2-2　牟家坪老翁场储气库支干线沿线行政区划长度统计表

序号	行政区划			线路长度(km)	小计(km)
	省(自治区)	地级市	县(市、区)		
1	四川省	宜宾市	长宁县	23.9	58.2
2			江安县	34.3	
3		泸州市	江阳区	16.1	31.9
4			泸县	15.8	
5		自贡市	富顺县	10.8	10.8
合计(km)				100.9	100.9



图2.2-2　牟家坪老翁场储气库支干线线路总体走向示意图

2.2.2.3　大英-安岳-铜梁支干线

大英-安岳-铜梁支干线起自四川省遂宁市大英县县城附近的大英首站，经资阳市，重庆市潼南区、铜梁区，终点为位于重庆市铜梁区的铜梁压气站，全线经过 2 省(市)3 市(州)5 县(市、区)。线路全长约 121km，其中四川省境内长度 83.9km，重庆市内长度 37.1m。管道沿线经过行政区划统计见表 2.2-3，管道整体走向见图 2.2-3。

表 2.2-3　大英-安岳-铜梁支干线沿线行政区划长度统计表

序号	行政区划			线路长度(km)	小计(km)
	省(自治区)	地级市	县(市、区)		
1	四川省	遂宁市	大英县	7.8	83.9
2			安居区	24.8	
3		资阳市	安岳县	51.3	
4	重庆市	重庆市	潼南区	27.1	37.1
5			铜梁区	10.0	
合计(km)				121.0	121.0



图 2.2-3　大英-安岳-铜梁支干线线路总体走向示意图

2.2.2.4 铜锣峡储气库支干线

铜锣峡储气库支干线线路起自铜锣峡首站，止于大盛站(由铜梁-潜江段干线 13#阀室改扩建)，全线位于重庆市渝北区，全长 33.56km。管道整体走向见图 2.2-1。



图 2.2-4 铜锣峡储气库支干线线路总体走向示意图

2.2.2.5 黄草峡储气库支干线

线路起于黄草峡首站，止于云台站(铜梁-潜江段干线 15 号阀室改扩建)，全线位于重庆市长寿区，线路总长约 39.24km。管道整体走向见图 2.2-1。



图 2.2-5　黄草峡储气库支干线线路总体走向示意图

2.2.3　建设规模

2.2.3.1　铜梁-潜江段干线

铜梁-潜江段干线起自铜梁/合川界，止于潜江分输压气站，途经重庆、湖北两省(市)，线路全长 860.86km，管径 D1219mm，设计压力 10MPa，设计年输量 $202\times10^8Nm^3/a$，设计日输气能力 $7150\times10^4Nm^3/d$。全线设置内涂层，采用 L555M 钢管。

沿线共设置 6 座工艺站场、45 座阀室，沿线新建山体隧道 68 处，利旧山体隧道 17 处，河流大中型穿跨越 30 处，高速公路穿越 37 处，铁路穿越 28 处，10 座阴极保护站，配套调控中心扩容及新建重庆维抢修中心 1 座。

2.2.3.2　牟家坪老翁场储气库支干线

牟家坪老翁场储气库支干线起自宜宾市长宁县梅白乡牟家坪首站，止于干线泸县首站，线路全长约 100.9km，管径 D914mm，设计压力 10MPa，设计输气能力 3150×10^4Nm^3/d，全线不设置内涂层，采用 L485M 钢管。

沿线共设置 2 座工艺站场(牟家坪首站、老翁场接收站)，3 座线路截断阀室(均为 B 类监控阀室)，1 座阴极保护站。管道沿线大中型河流穿越 3 处，铁路穿越 1 处，高速公路穿越 4 处，国、省道公路穿越 16 处。

2.2.3.3　大英-安岳-铜梁支干线

大英-安岳-铜梁支干线起自位于大英县县城附近的大英首站，终点为位于重庆市铜梁区的铜梁压气站，线路全长约 121km，设计压力 10MPa，管径 D711mm，设计输气能力 1697×10^4Nm^3/d，全线设置内涂层，采用 L450M 钢管。

管道沿线设置工艺站场 2 座，线路截断阀室 4 座(1 座 A 类监控阀室，3 座 B 类监控阀室)，设置 2 座阴极保护站。沿线中型河流穿越 4 处，高速公路穿越 4 处，国道穿越 4 处。

2.2.3.4　铜锣峡储气库支干线

铜锣峡储气库支干线起点为铜锣峡首站，全线位于重庆市渝北区，线路总长 33.56km，设计压力 10MPa，管径 D711mm，设计输气能力 730×$10^4$$m^3$/d。

全线设置 2 座站场(铜锣峡首站、大盛站)，1 座阀室(TLX1#阀室)，设置 1 座阴极保护站。沿线铁路穿越 1 次，高速公路穿越 1 次，高等级公路穿越 4 次，大中型河流穿越 1 次。

2.2.3.5　黄草峡储气库支干线

黄草峡储气库支干线起于黄草峡首站，止于云台站(铜梁-潜江段干线 15 号阀室改扩建)，线路总长约 39.24km，管道设计压力 10MPa，设计输气能力 850×$10^4$$m^3$/d，管径 D711mm。新建黄草峡首站 1 座，1 座截断阀室，设置 1 座阴极保护站。沿线穿越铁路 2 次，穿越高速公路 5 次，其他高等级公路 2 次，无河流大中型穿越工程。

2.2.4　项目组成及工程量

2.2.4.1　铜梁-潜江段干线

本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等组成，主

要工程量详见表 2.2-4。

表 2.2-4　铜梁-潜江段干线工程组成及主要工程量

分类	项目	主要项目内容		单位	数量	备注
主体工程	线路工程	线路总长度		km	860.86	
		设计输量		$10^8m^3/a$	202	
		压力		MPa	10	
		管径		mm	1219	管材 L555M
		阀室		座	45	A 类 4 座，其余均为 B 类监控阀室
		阴极保护站		座	10	均与站场或阀室合建
	站场工程	站场		座	6	
	穿越工程	河流穿越	大型穿越	处	7	定向钻穿越 3 处，钻爆隧道穿越 1 处，桁架跨越 1 处，顶管穿越 2 处。
			中型穿越	处	23	定向钻穿越 5 处，顶管穿越 6 处，开挖穿越 12 处。
		高等级公路穿越		处		顶管或开挖加套管穿越
		穿越铁路		处	28	顶箱涵或开挖加顶管穿越
		山体隧道穿越	新建隧道	处	68	
			利旧隧道	处	17	
辅助工程	管道工程	标志桩		个	17026	
		警示牌		个	4117	
		标识带		km	712.252	
	施工便道		新建	km	95.27	
			整修	km	276.55	
			赔偿	km	562.5	
公用工程	通信	光缆(硅芯管)线路		km	1011.2	包括同沟与单独敷设光缆以及穿跨越硅芯管
	采暖			-	-	各站场均采用冷暖空调制冷或采暖
	维抢修中心			个	1	新建重庆维抢修中心
	供配电	太阳能电源系统		套	44	
		外电线路		km	50.42	
环保工程	污水处置	地埋式一体化污水处理装置		套	3	利川分输压气站、潜江分输压气站、垫江压气站各一套
		化粪池		座	4	利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站、垫江压气站各一座
其他	定员			人	130	包括重庆维抢修中心48人
	占地面积	永久占地		hm^2	112.1	
		临时占地		hm^2	2959.6	

2.2.4.2　牟家坪老翁场储气库支干线

本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等组成，主要工程量详见表 2.2-5。

表 2.2-5　项目组成及主要工程量

分类	项目	主要项目内容		单位	数量	备注
主体工程	线路工程	线路总长度		km	100.9	
		设计输量		$10^4m^3/d$	3150	
		压力		MPa	10	
		管径		mm	914	管材 L485M
		阀室		座	3	均为 B 类监控阀室
		阴极保护站		座	1	与老翁场接收站合建
	站场工程	站场		座	2	
	穿越工程	河流穿越	大型穿越	处	2	均采用定向钻穿越
			中型穿越	处	1	采用定向钻穿越
		高等级公路穿越		处	20	顶管或开挖加套管穿越
		穿越铁路		处	1	桥下开挖
辅助工程	管道工程	标志桩		个	767	
		警示牌		个	264	
		标识带		km	96.82	
	施工便道		新建	km	12.6	
			整修	km	19.2	
			赔偿	km	39.3	
公用工程	通信	光缆(硅芯管)线路		km	101.3	同沟与单独敷设光缆以及穿跨越硅芯管
	采暖			-	-	站场值班室均采用冷暖空调制冷或采暖
	供配电	外电线路		km	1.0	
		太阳能电源系统		套	3	每个阀室各 1 套
		撬装柴油发电机组		套	2	牟家坪首站与老翁场接收站各 1 套
环保工程	污水处置	环保厕所		座	2	收集后定期有环卫部门有偿清运
其他	定员			人	0	
	占地面积	永久占地		hm^2		
		临时占地		hm^2		

2.2.4.3　大英-安岳-铜梁支干线

本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等组成，主要工程量详见表 2.2-6。

表 2.2-6　项目组成及主要工程量

分类	项目	主要项目内容	单位	数量	备注
主体工程	线路工程	线路总长度	km	121	
		设计输量	$10^4m^3/d$	1697	
		压力	MPa	10	
		管径	mm	711	管材 L450M
		阀室	座	4	A 类 1 座，其余 3 座均为 B 类监控阀室
		阴极保护站	座	2	均与站场或阀室合建
	站场	站场	座	2	

				单位	数量	备注
	工程					
	穿越工程	河流穿越	中型穿越	处	4	全部采用定向钻穿越
		高等级公路穿越		处	8	顶管或定向钻穿越
辅助工程	管道工程	标志桩		个	1756	
		警示牌		个	485	
		标识带		km	113.1	
	施工便道		新建	km	14.27	
			整修	km	28.55	
			赔偿	km	40.2	
公用工程	通信	光缆(硅芯管)线路		km	149	
	采暖			-	-	站场值班室均采用冷暖空调制冷或采暖
	供配电	外电线路		km	2.7	
		柴油发电机组		套	1	大英首站 1 套
		太阳能电源系统		套	2	DAT2#阀室、DAT3#阀室
环保工程	污水处置	环保厕所		座	2	收集后定期有环卫部门有偿清运
其他	定员			人	0	
	占地面积	永久占地		hm^2		
		临时占地		hm^2		

2.2.4.4　铜锣峡储气库支干线

本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等组成，主要工程量详见表 2.2-7。

表 2.2-7　项目组成及主要工程量

分类	项目	主要项目内容		单位	数量	备注
主体工程	线路工程	线路总长度		km	33.56	
		设计输量		$10^4m^3/d$	730	
		压力		MPa	10	
		管径		mm	711	管材 L450M
		阀室		座	1	B 类监控阀室
		阴极保护站		座	1	与铜锣峡首站合建
	站场工程	站场		座	2	铜锣峡首站、大盛站
	穿越工程	河流穿越	中型穿越	处	1	大开挖穿越
		高等级公路穿越		处	5	全部采用顶管穿越
		穿越铁路		处	1	桥下开挖
辅助工程	管道工程	标志桩		个	419	
		警示牌		个	113	
		标识带		km	32.56	
	施工便道		新建	km	5.34	
			整修	km	8.01	
			赔偿	km	16.69	

公用工程	通信	光缆(硅芯管)线路	km	36.26	
	采暖		-	-	站场值班室均采用冷暖空调制冷或采暖
	供配电	外电线路	km	3.2	
		柴油发电机组	套	2	铜锣峡首站、大盛站各 1 套
		太阳能电源系统	套	1	TLX1#阀室
环保工程	污水处置	环保厕所	座	1	铜锣峡首站1座。 收集后定期有环卫部门有偿清运
其他	定员		人	0	
	占地面积	永久占地	hm^2		
		临时占地	hm^2		

2.2.4.5　黄草峡储气库支干线

本工程主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程等组成，主要工程量详见表 2.2-8。

表 2.2-8　项目组成及主要工程量

分类	项目	主要项目内容		单位	数量	备注
主体工程	线路工程	线路总长度		km	39.24	
		设计输量		$10^4m^3/d$	850	
		压力		MPa	10	
		管径		mm	711	管材 L450M
		阀室		座	1	B 类监控阀室
		阴极保护站		座	1	与黄草峡首站合建
	站场工程	站场		座	2	黄草峡首站、云台站
	穿越工程	高等级公路穿越		处	7	顶管或开挖加套管穿越
		穿越铁路		处	2	桥下开挖方式穿越
辅助工程	管道工程	标志桩		个	526	
		警示牌		个	282	
		警示带		km	39.24	
	施工便道		新建	km	6.28	
			整修	km	9.42	
			赔偿	km	19.62	
公用工程	通信	光缆(硅芯管)线路		km	42.34	
	采暖			-	-	站场值班室均采用冷暖空调制冷或采暖
	供配电	外接线路		km	0.15	
		柴油发电机组		套	1	云台站 1 套
		太阳能电源系统		套	1	HCX1#阀室
环保工程	污水处置	环保厕所		座	1	黄草峡首站1座。 收集后定期有环卫部门有偿清运
其他	定员			人	0	
	占地面积	永久占地		hm^2		
		临时占地		hm^2		

2.2.5 天然气组分

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段资源为川渝地区常规气和页岩气，主要包括磨溪龙王庙组、普光礁滩、高石梯震旦系、威远页岩气等。根据现有资料，将威远区块页岩气组分作为川渝页岩气组分，将磨溪第二净化厂处理气组份作为常规气组分进行分析。拟建工程气源组分详见表 2.2-9、表 2.2-10 以及表 2.2-11。

表 2.2-9　威远区块页岩气气质组分

井号	组分(Mol%)								
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4+	CO_2	N_2	He	H_2	H_2S
威201	98.48	0.47	0.02	0	0.32	0.66	0.05	0.01	0
威202	97.59	0.60	0.02	0	1.28	0.46	0.03	0	0
威203	97.93	0.55	0.04	0	0.89	0.56	0.03	0	0
威204	97.78	0.48	0.02	0	1.21	0.48	0.02	0.01	0
自201井	97.70	0.19	0	0	1.48	0.59	0.03	0.01	0
自203井	96.82	0.42	0.02	0	0.68	1.99	0.06	0	0

表 2.2-10　磨溪第二净化厂处理天然气组分

组分	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4+	CO_2	N_2	H_2S
Mol%	98.0880	0.1447	0.0104	0.1626	1.5943	/	/

表 2.2-11　安岳净化厂处理天然气组分

组分	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	CO_2	H_2S	He
Mol%	97.50	0.06	0.11	2.32	≤6	0.01

2.2.6 线路工程

2.2.6.1 沿线地区等级划分

拟建管道沿线地区等级划分统计情况见表 2.2-12。

表 2.2-12　沿线地区等级划分(km)

管道名称	二级地区		三级地区		四级地区	
	长度(km)	占比(%)	长度(km)	占比(%)	长度(km)	占比(%)
铜梁-潜江段干线 863.06km	720.91	83.53	139.95	16.22	2.2	0.25
牟家坪老翁场储气库支干线 100.9km	76.2	75.5	24.7	24.5	-	-
大英-安岳-铜梁支干线 121km	106.3	87.85	14.7	12.15	-	-
铜锣峡储气库支干线 33.56km	26.41	78.70	7.15	21.30	-	-
黄草峡储气库支干线 39.24km	31.01	79.03	8.23	20.97	-	-

2.2.6.2　管道敷设

1)　敷设原则

除了特殊位置需要采用跨越外，其余管道采用埋地敷设为主。

2)　一般地段敷设

(1)　敷设形式

一般线路段管道以沟埋方式敷设，一般地段管顶埋深不小于 1.2m，高后果区等特殊地段管段埋深不小于 1.5m，石方段管顶埋深不小于 1.0m；对于可能受洪水冲刷的地段，宜适当加大埋深或采取相关措施(如过水面、防冲墙等)。

河流小型穿越按照 50 年一遇洪水频率设计，当河床为基岩且在设计洪水下不被冲刷时，管顶应嵌入基岩深度不小于 0.5m；河床为非基岩时，管道埋设在冲刷线以下不小于 1m，且管顶埋深不应小于 2.5m；无冲刷或疏浚水域，管顶埋深不应小于 2.5m，同时应满足水利主管部门的要求。不同地段管沟断面示意见图 2.2-6。

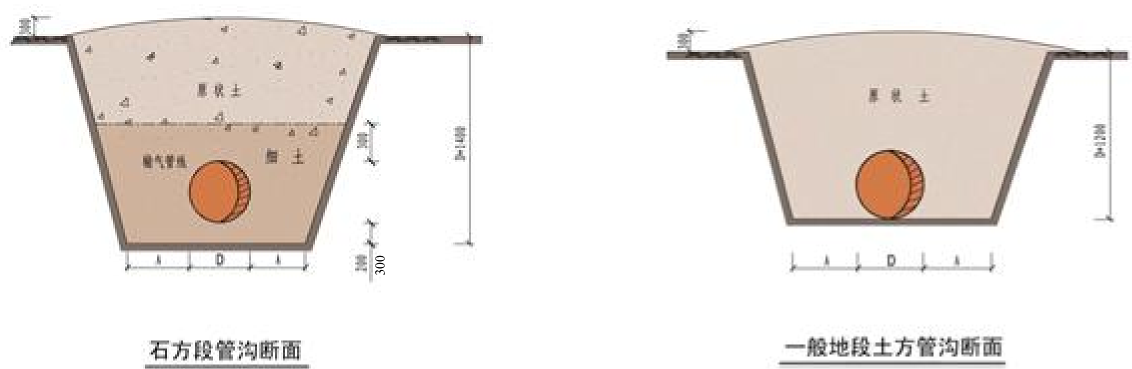


图 2.2-6　不同地段管沟断面示意

(2)　施工作业带

考虑保护耕地和土地资源，一般管道线路段不考虑永久征地，除输气管道沿线阀室、标志桩、警示牌等按永久征地外，其余均为临时占地。

根据管径、地形地貌、地表植被等情况，确定 D1219mm 管道沿线一般段管道作业带宽度不大于 28m，环境敏感区等受限地段不大于 26m，水网地段不大于 40m。D914mm 管道沿线一般地段作业带宽度为 18m，经济作物、林地、

水源地、保护区等地段不大于 16m。D711mm 管道沿线一般地段作业带宽度为 18m，经济作物、林地、水源地、保护区等地段不大于 16m。

作业带布置形式见图 2.2-7。

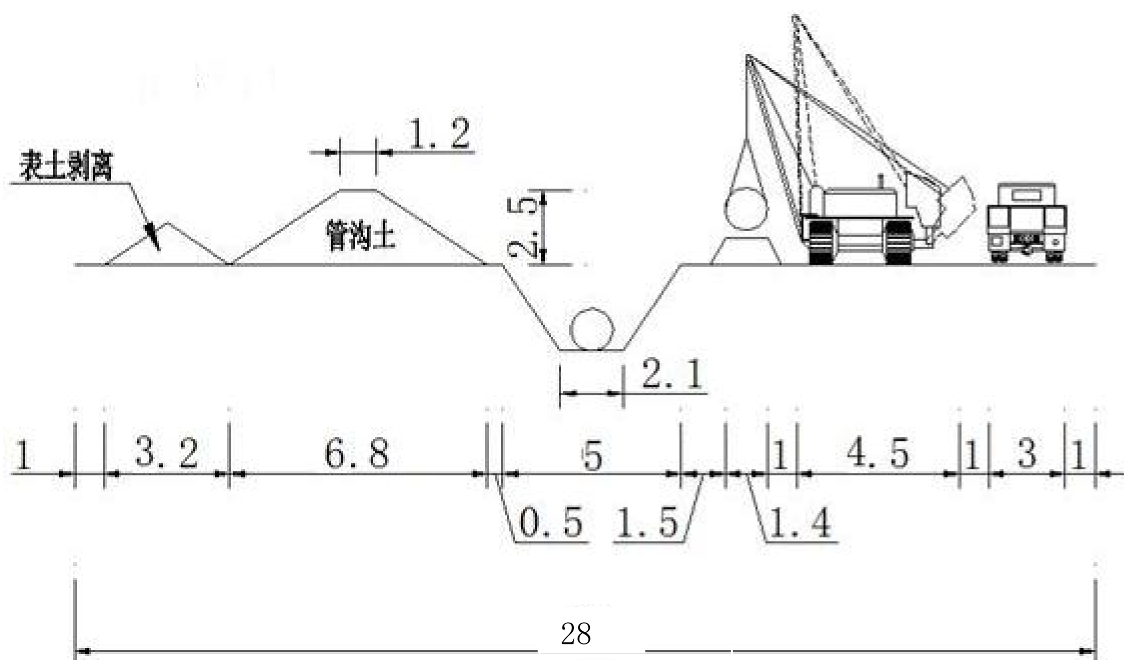


图 2.2-7　一般地段单管敷设作业带布置(单位：m)

3)　特殊地段敷设

(1)　穿越环境敏感区段

环境敏感区内管道敷设措施如下：

①　通过敏感区地段管道施工，严格控制管道作业带宽，管道作业带缩减至 26m(D1219)、16m(D914)、16m(D711)。

②　管道施工时设置隔离设施和明显的警示标志；

③　管沟开挖土方集中堆放并用毡布进行遮盖；

④　管道防腐采用加强级；

⑤　穿越生态环境敏感区，管道环焊缝采用 100%射线和 100%超声波探伤。

(2)　穿越风电场区段

管道穿越风电场时的敷设要求如下：

①　管道进场施工前，需先征得风电场单位的允许；

②　管道穿越风电场道路时，管道采用加盖板保护的方式通过；对穿

越道路进行不低于原标准恢复，保证管道的安全和风电场内车辆安全通行；

③ 穿越风场段管道采用加强级三层PE防腐层,对管道加强防腐保护；

④ 管道穿越风场段，根据与风机和输电线路的间距，合理设置排流设施；

⑤ 管道与直埋电缆平行敷设间距不小于1.0m,交叉间距不小于0.5m。

(3) 穿越经济作物区段

管道经过经济作物区时，为减少管道施工对经济作物区的影响，考虑采取以下措施：

① 减小施工作业带宽度，宜采用沟下组焊方式减小施工作业带宽度，减小对经济作物区的影响；

② 管沟开挖时，表层50cm耕植土剥离保护，将表土集中堆放在管沟一侧稍远处，生土堆放于表土内侧，表层土与生土采用土工布隔离堆放，施工完成后对作业带进行复耕；

③ 在施工时间安排上，尽量在经济作物收获的季节开工，尽量在经济作物区多开标段，缩短各标段的里程数，尽快完成经济作物区的施工，对经济作物区进行复耕。

(4) 地下水位较高地段

本工程沿线所经水田、鱼塘、虾塘等地下水位较高地段地基承载力小、含水量饱和，土质较软不易成沟，主要分布于湖北省荆州市沙市区及潜江市境内。根据地质勘察结果，本段软土分布对定向钻和顶管穿越影响不大。为防止管道沉陷、失稳，对直埋管道应采取相应的水工保护，并应进行抗漂浮计算，并采取稳管措施。在管线施工过程中，由于土壤强度低，不利于管沟的开挖成型，施工单位应根据地下水位情况采取排水或管沟支护措施

(5) 高后果区

高后果区采取的主要措施如下：

① 提高管道本质安全

管材合金成分加严，限定钢管强度上限；对二级地区潜在影响半径内有医院、学校、托儿所、幼儿园、养老院、监狱、商场等特定场所的区段，强度系数按0.5选取；采用自动焊接的焊接方式，提升焊接质量；管道环

焊缝采用 100%射线+100%超声波检测；采用加强级防腐。

② 加强管道标识

管道上方 0.5m 埋设标识带；每 50m 设置 1 个加密桩；高后果区段单独设置警示牌。

③ 高后果区管道埋深增加到不小于 1.5 米。

④ 人员密集型高后果区段设置视频监控。

⑤ 采用智能测试桩实时监测阴极保护系统运行状况；利用智能巡检系统，强化管控巡护工作。

4) 与其他油气管道并行、交叉段

(1) 与已建管道交叉

拟建管道干线与支干线均与其他已建管道存在交叉的情况。与已建管道交叉穿越时，穿越角度不宜小于 30°；本工程管道在已建管道下方穿越，管顶与在役管道净间距不小于 0.3m；施工前应准确探明交叉点位置及管道埋深，并做出明显的标识，标识点间距不大于 10m：

(2) 与已建管道并行

不受地形、规划等条件限制的区段，新建管道与已建管道并行间距不小于 6m。受地形、地物、规划等条件限制地段，在采取安全措施后，可适当缩小并行间距。

定向钻穿越河流等障碍物时，并行管道穿越轴线间距宜大于 10m(钻机入土段和光缆套管穿越除外)。开挖穿越河流、沟渠时，应使在役管道位于管道施工范围之外。顶管穿越公路、铁路、水渠时，套管净间距不宜小于 10m；当空间受限，经过核算顶管对邻近套管及路基无影响时，套管最小净间距不应小于 5m，并应符合公路、铁路管理部门的规定。

2.2.6.3 线路用管

铜梁-潜江段干线采用 L555M 钢管，牟家坪老翁场储气库支干线采用 L485M 钢管，大英-安岳-铜梁支干线、铜锣峡储气库支干线以及黄草峡储气库支干线均采用 L450M 钢管。管道沿线用管情况具体见表 2.2-13。

表 2.2-13 线路用管方案

管道名称	设计系数	直管规格	冷弯弯管规格	热煨弯管规格
铜梁-潜江段干线	0.6	D1219mm×18.4mm L555M 螺旋缝埋弧焊钢管	D1219mm×18.4mm L555M 直缝埋弧焊钢管	D1219mm×22.0mm L555M 直缝埋弧焊钢管
	0.5	D1219mm×22.0mm L555M 直缝埋弧焊钢管	D1219mm×22.0mm L555M 直缝埋弧焊钢管	D1219mm×27.5mm L555M 直缝埋弧焊钢管
	0.4	D1219mm×21.0mm L555M 直缝埋弧焊钢管	D1219mm×21.0mm L555M 直缝埋弧焊钢管	D1219mm×24.6mm L555M 直缝埋弧焊钢管
牟家坪老翁场储气库支干线	0.6	D914mm×15.8mm L485M 螺旋缝埋弧焊管	D914mm×15.8mm L485M 直缝埋弧焊钢管	D914mm×18.9mm L485M 直缝埋弧焊钢管
	0.5	D914mm×18.9mm L485M 直缝埋弧焊钢管	D914mm×18.9mm L485M 直缝埋弧焊钢管	D914mm×21mm L485M 直缝埋弧焊钢管
	0.4	D914mm×23.6mm L485M 直缝埋弧焊钢管	D914mm×23.6mm L485M 直缝埋弧焊钢管	D914mm×23.6mm L485M 直缝埋弧焊钢管
大英-安岳-铜梁支干线	0.6	D711mm×14.2mm，L450M 螺旋缝/直缝埋弧焊钢管	D711mm×14.2mm，L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm，L450M 直缝埋弧焊钢管
	0.5	D711mm×16mm，L450M 螺旋缝/直缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm，L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×20mm，L450M 直缝埋弧焊钢管
铜锣峡储气库支干线	0.6	D711mm×14.2mm，L450M 螺旋缝埋弧焊钢管	D711mm×14.2mm，L450M 螺旋缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm，L450M 直缝埋弧焊钢管
	0.5	D711mm×16mm，L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm，L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×20mm，L450M 直缝埋弧焊钢管
黄草峡储气库支干线	0.6	D711mm×14.2mm L450M 螺旋缝埋弧焊钢管	D711mm×14.2mm L450M 螺旋缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm L450M 直缝埋弧焊钢管
	0.5	D711mm×16mm L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×16mm L450M 直缝埋弧焊钢管	D711mm×20mm L450M 直缝埋弧焊钢管

2.2.6.4 穿跨越工程

1) 河流大中型穿跨越

铜梁-潜江段干线河流大中型穿跨越 44 处。其中河流大型穿越 14 处：定向钻穿越 5 处，水域隧道穿越 5 处，桁架跨越 1 处，悬索 1 处，顶管穿越 2 处；河流中型穿越 30 处：顶管穿越 6 处，定向钻穿越 11 处，开挖穿越 13 处。

牟家坪老翁场储气库支干线河流大中型穿越 3 处。其中河流大型穿越 2 处，均采用定向钻；河流中型穿越 1 处,采用定向钻方式穿越。

大英-安岳-铜梁支干线河流中型穿越 4 处，均采用定向钻方式穿越。

铜锣峡储气库支干线河流中型穿越 1 处，采用大开挖方式穿越。

黄草峡储气库支干线沿线没有大中型河流穿越工程。

本工程沿线河流大、中型穿越工程统计分别见表 2.2-14 与表 2.2-15。

表 2.2-14 河流大型穿越工程统计

序号	线路	河流名称	穿越位置	水面宽度(m)	穿越长度(m)	穿越方式	工程等级
1	铜梁-潜江段干线	嘉陵江	合川区盐井镇与北碚区澄江镇	320	1228	钻爆法隧道	大型
2		长江(忠县)	忠县黄金镇/石柱县黎场乡	950	2095	钻爆法隧道	大型
3		油草河	重庆市石柱县	10	2636	钻爆隧道	大型
4		清江	恩施州恩施市屯堡乡	219	600	钻爆法隧道	大型
5		太阳河	恩施州恩施市白杨坪镇	137	405	顶管	大型
6		马水河	恩施州建始县红岩寺镇	90	273.6	桁架跨越	大型
7		野三河悬跨越	建始县高坪镇/巴东县大支坪镇	155	300	悬索跨越	大型
8		长江(宜昌市)	宜都市红花套镇/猇亭区	990	1418	盾构隧道	大型
9		沮漳河	荆州市荆州区七星台镇	75	767	顶管	大型
10		内泊湖	荆州市沙市区观音垱镇	285	1250	定向钻	大型
11		四湖总干渠	潜江市浩口镇	74.2	1300	定向钻	大型
12		东荆河	湖北省潜江市熊口镇	124.2	1400	定向钻	大型
13	牟家坪老翁场储气库支干线	长江(宜宾市)	江安县井口镇	430	1020	定向钻	大型
14		沱江	富顺县怀德镇和长滩镇交界	235	870	定向钻	大型

表 2.2-15 河流中型穿越工程统计

序号	线路	河流名称	穿越位置	水面宽度(m)	穿越长度(m)	穿越方式	工程等级
1	铜梁-潜江段干线	御临河	重庆市渝北区明月镇	72	285.0	开挖	中型
2		大洪河	重庆市长寿区洪湖镇	40	147	开挖	中型
3		高滩河	重庆市垫江县五洞镇	72	812.0	定向钻	中型
4		戚家河	重庆市忠县黄金镇	116	149.44	开挖	中型
5		车坝河	恩施州恩施市屯堡乡	45	150	开挖	中型
6		涂家河	恩施州恩施市龙凤镇	23	210.07	开挖	中型
7		支井河	恩施州巴东县野三关镇	63	96.5	开挖	中型
8		泗渡河	恩施州巴东县野三关镇	42.6	139.12	开挖	中型
9		叶溪河	宜昌市长阳县榔坪镇	50	70.9	开挖	中型
10		玛瑙河	宜昌市枝江市安福寺镇	161.7	545	顶管	中型
11		沿溪(一)	宜昌市长阳县高家堰镇	40	132.07	开挖	中型
12		沿溪(八)	宜昌市长阳县高家堰镇	29	83.6	开挖	中型
13		沿溪(九)	宜昌市长阳县高家堰镇	42	155.23	开挖	中型
14		丹水	宜昌市长阳县高家堰镇	55	99	顶管	中型
15		大溪沟	宜昌市宜都市红花套镇	54	129	顶管	中型
16		太湖港	荆州市荆州区八岭山镇	43	349	顶管	中型
17		郭聚渠	荆州市荆州区八岭山镇	72	190	开挖	中型
18		纪北渠	荆州市荆州区八岭山镇	33	109	顶管	中型
19		引江济汉	荆州市荆州区纪南镇	187	221	顶管	中型
20		太湖港(湿地公园)	荆州市荆州区郢城镇	67	980	定向钻	中型

21		西荆河	潜江市浩口镇	45	970	定向钻	中型
22		东干渠	潜江市熊口镇	44	900	定向钻	中型
23		中沙河	潜江市熊口镇	43	970	定向钻	中型
24	牟家坪老翁场储气库支干线	长宁河	四川省宜宾市长宁县开佛镇	95	750	定向钻	中型
25	大英-安岳-铜梁支干线	琼江	四川省遂宁市安居区东禅镇	60	571	定向钻	中型
26		蟠龙河	四川省遂宁市安居区	46	456	定向钻	中型
27		岳阳河	资阳市安岳县	55	468	定向钻	中型
28		龙台河	资阳市安岳县	40	532	定向钻	中型
29		平滩河	重庆市潼南区	33	449	定向钻	中型
30	铜锣峡储气库支干线	御临河 2	重庆市渝北区统景镇	190	210	大开挖	中型

2)　公路穿越

管道沿线多次与已建或在建(规划)公路交叉，公路等级包括高速公路、国道、省道、县(乡)道以及村村通道路等。

经统计，铜梁-潜江段干线穿越高速公路 37 次，穿越国道 43 次，穿越省道 27 次；牟家坪老翁场储气库支干线穿越高速公路 4 次，穿越国道 3 次，穿越省道 13 次；大英-安岳-铜梁支干线穿越高速公路 4 次，穿越国道 4 次；铜锣峡储气库支干线穿越高速公路 1 次，高等级公路 4 次；黄草峡储气库支干线穿越高速公路 5 次，穿越国省道 2 次。详见表 2.2-16 与表 2.2-17。

表 2.2-16　高速公路穿越统计

序号	线路	公路名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式
1	铜梁-潜江段干线	合璧津高速	合川区南津街道	100	桥下开挖
2		G75 兰海高速	合川区草街街道	-	与嘉陵江隧道一并穿越
3		在建渝武高速复线	合川区草街街道	100	顶管
4		三环高速	合川区土场镇	100	桥下开挖
5		银昆高速	合川区清平镇	100	桥下开挖
6		G65 包茂高速	渝北区大湾镇	80	顶管
7		G50 沪渝高速	长寿区云台镇	80	顶管
8		G50 沪渝高速	忠县白石镇	80	桥下开挖
9		G69 银百高速	石柱县王场镇	80	顶管
10		G50 沪渝高速	利川市汪营镇	100	顶管
11		G50 沪渝高速	利川市团堡镇	100	顶管

12		G6911 安来高速	恩施市白杨坪镇	120	桥下开挖
13		G6911 安来高速匝道	恩施市白杨坪镇	120	顶管
14		G6911 安来高速	恩施市白杨坪镇	100	桥下开挖
15		G50 沪渝高速	恩施市崔家坝镇	100	顶管
16		G50 沪渝高速	建始县红岩寺镇	80	桥下开挖
17		G50 沪渝高速	巴东县野三关镇	80	隧道顶部开挖穿越
18		G50 沪渝高速	长阳县贺家坪镇	-	隧道穿越
19		G50 沪渝高速	长阳县高家堰镇	120	桥下开挖
20		G50 沪渝高速	长阳县高家堰镇	130	顶管
21		G50 沪渝高速	长阳县龙舟坪镇	130	顶管
22		G50 沪渝高速匝道	长阳县龙舟坪镇	120	顶管
23		S88 岳宜高速	宜都市高坝洲镇	100	顶管
24		G59 呼北高速	枝江市安福寺镇	140	顶管
25		G50 沪渝高速	枝江市仙女镇	120	顶管
26		G50 沪渝高速	荆州区马山镇	120	顶管
27		G50 沪渝高速	荆州区八岭山镇	120	顶管
28		G50 沪渝高速匝道	荆州区八岭山镇	120	顶管
29		G50 沪渝高速	荆州区八岭山镇	120	顶管
30		G50 沪渝高速	荆州区八岭山镇	120	顶管
31		G55 二广高速	荆州区八岭山镇	顶管	顶管
32		G50 沪渝高速	荆州区纪南镇	120	顶管
33		G50 沪渝高速互通	荆州区郢城镇	120	顶管
34		G55 二广高速	沙市区关沮镇	120	顶管
35		G50 沪渝高速	沙市区关沮镇	120	顶管
36		G50 沪渝高速	潜江市浩口镇	120	顶管
37		S53 枣石高速	潜江市浩口镇	120	顶管
38	牟家坪老翁场储气库支干线	G93 成渝环线高速	江安县	80	隧道上方开挖
39		G93 成渝环线高速连接线	江安县	80	顶管
40		规划江津经泸州至宜宾高速公路	富顺县	80	开挖+套管
41		G4215 蓉遵高速	泸县	80	顶管
42	大英-安岳-铜梁支干线	S40 广洪高速	遂宁市安居区	80	顶管
43		S41 遂益毕高速	资阳市安岳县	80	顶管
44		S3 成资渝高速	资阳市安岳县	80	顶管
45		S55 潼荣高速	重庆市潼南区	600	定向钻
46	铜锣峡储气库支干线	S80 三环高速	重庆市渝北区	80	顶管
47	黄草峡储气库支干线	沿江高速长寿支线二期	长寿区邻封镇	80	顶管
48		长寿湖高速	长寿区邻封镇	80	顶管
49		G50 沪渝高速	长寿区龙河镇	80	顶管
50		G50 沪渝高速	长寿区龙河镇	80	顶管
51		G50 沪渝高速	长寿区云台镇	80	顶管

表 2.2-17　高等级公路穿越统计

序号	线路	公路名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式
1	铜梁-	G212 国道	北碚区澄江镇	/	嘉陵江隧道一并穿越

2	潜江段干线	规划的渝武高速与合长高速连接道路	合川区草街街道	80	开挖加套管
3		S110 省道	合川区清平镇	80	顶管
4		G210 国道	渝北区兴隆镇	/	国道在山岭隧道顶部
5		南北大道	渝北区兴隆镇	150	顶管
6		G351 国道	渝北区统景镇	80	顶管
7		G351 国道	长寿区洪湖镇	80	顶管
8		G243 国道	长寿区石堰镇	80	顶管
9		S415 长安大道	垫江县五洞镇	60	顶管
10		S206 省道	垫江县高峰镇	60	顶管
11		G350 国道	垫江县大石乡	80	顶管
12		G350 国道	忠县双桂镇	80	顶管
13		G350 国道	忠县白石镇	80	盖板涵
14		G350 国道	忠县白石镇	80	国道在山岭隧道顶部
15		G350 国道	忠县白石镇	80	国道在山岭隧道顶部
16		S204 省道	忠县黄金镇	50	盖板涵
17		G211 国道	石柱县鱼池镇	80	顶管
18		S302 省道	石柱县枫木乡	/	新街隧道一并穿越
19		佛宝山旅游公路	利川市汪营镇	60	顶管
20		S286 省道	利川市凉雾乡	80	顶管
21		S248 省道	利川市元堡乡	40	盖板涵
22		G242 国道	利川市团堡镇	80	顶管
23		G318 国道	恩施市屯堡乡	80	顶管
24		G318 国道	恩施市屯堡乡	80	顶管
25		G318 国道	恩施市屯堡乡	80	顶管
26		S233 省道	恩施市屯堡乡	-	山岭隧道
27		G209 国道	恩施市白杨坪镇	80	顶管
28		G318 国道	恩施市崔家坝镇	80	顶管
29		G318 国道	建始县高坪镇	80	顶管
30		S339 省道	建始县高坪镇	50	顶管
31		S460 省道	建始县高坪镇	50	顶管
32		G318 国道	巴东县大支坪镇	60	顶管
33		G318 国道	巴东县野三关镇	60	顶管
34		G318 国道	巴东县野三关镇	60	顶管
35		G318 国道	巴东县野三关镇	60	顶管
36		巴野公路	巴东县野三关镇	70	顶管
37		G318 国道	巴东县野三关镇	60	顶管
38		G318 国道	巴东县野三关镇	60	顶管
39		G318 国道	巴东县野三关镇	60	开挖加盖板
40		S255 省道	长阳县贺家坪镇	50	顶管
41		G318 国道	长阳县高家堰镇	160	顶管
42		宜昌快速通道	长阳县龙舟坪镇	80	顶管
43		G318 拟建国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管
44		G318 国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管
45		G318 国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管
46		G318 拟建国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管
47		G318 拟建国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管
48		G318 国道	长阳县龙舟坪镇	60	顶管

49		G318 拟建国道	长阳县龙舟坪镇	80	顶管
50		G318 国道	长阳县龙舟坪镇	80	顶管
51		G318 国道	宜都市红花套镇	80	顶管
52		S254 省道	宜都市红花套镇	-	与长江盾构一起穿越
53		金岭路	猇亭区古老背街道	60	顶管
54		G318 国道	猇亭区云池街道	80	顶管
55		S276 省道	猇亭区云池街道	60	顶管
56		S276 省道	猇亭区云池街道	180	顶管
57		S216 省道	枝江市安福寺镇	60	顶管
58		S256 省道	枝江市仙女镇	-	定向钻
59		S253 省道	枝江市七星台镇	60	顶管
60		荆当旅游公路	荆州区八岭山镇	80	顶管
61		S428 省道	荆州区八岭山镇	60	顶管
62		G318 国道	荆州区郢城镇	80	桥下开挖
63		S271 省道	荆州区郢城镇	-	定向钻
64		G207 国道	荆州区郢城镇	-	顶管
65		G318 国道	沙市区关沮镇	80	顶管
66		G318 国道	潜江市浩口镇	80	顶管
67		G234 国道	潜江市熊口镇	80	顶管
68		S269 省道	潜江市周矶办事处	-	定向钻
69		G240 国道	潜江市总口管理区	80	顶管
70		G209 国道	恩施市白杨坪镇	60	顶管
71	牟家坪老翁场储气库支干线	G246 国道	长宁县	80	顶管
72		S308 省道	长宁县	50	顶管
73		规划 S546 省道	长宁县	50	开挖+套管
74		S311 省道	长宁县	50	顶管
75		S311 省道	长宁县	50	顶管
76		规划迎古路	江安县	80	开挖+套管
77		S214 省道	江安县	50	顶管
78		规划改建 G246 国道	江安县	80	开挖+套管
79		G246 国道	江安县	80	顶管
80		在建 G353 国道	江安县	80	顶管
81		S307 省道	江阳区	50	顶管
82		规划大件路	江阳区	80	开挖+套管
83		S310 省道	江阳区	50	顶管
84		S213 省道	富顺县	50	顶管
85		规划潮河至海潮改造工程	泸县	80	开挖+套
86		规划潮河至海潮改造工程	泸县	80	开挖+套管
87	大英-安岳-铜梁支干线	G318 国道	遂宁市安居区	80	顶管
88		G247 国道	资阳市安岳县	80	顶管
89		G319 国道	资阳市安岳县	80	顶管
90		G246 国道	重庆市潼南区	80	顶管
91	铜锣峡储气库支干线	在建两江新区至长寿快速通道	重庆市渝北区	100	顶管
92		S101 渝邻路	重庆市渝北区	60	顶管
93		两江大道	重庆市渝北区	120	顶管
94		在建两江新区至长寿快速通道	重庆市渝北区	100	顶管
95	黄草峡储气库	G351 国道	重庆市长寿区	80	顶管
96		S407 兴兴路穿越	重庆市长寿区	60	顶管

	支干线				

3） 铁路穿越

经统计，铜梁-潜江段干线管道沿线穿越铁路 28 处，牟家坪老翁场储气库支干线穿越铁路 1 处，铜锣峡储气库支干线穿越铁路 1 处，黄草峡储气库支干线穿越铁路 2 处。具体施工方案需根据铁路部门批复确定。详见表 2.2-18。

表 2.2-18 铁路穿越统计

序号	线路	铁路名称	穿越位置	穿越长度(m)	穿越方式	备注
1	铜梁-潜江段干线	襄渝线铁路	合川区盐井镇	80	隧道顶开挖	
2		宁蓉高铁(遂渝段)	合川区盐井镇	80	隧道顶开挖	
3		规划的市郊铁路渝合段	合川区草街街道	80	桥下开挖	
4		襄渝二线铁路	合川区清平镇	80	桥下开挖	
5		襄渝线铁路	合川区清平镇	80	桥下开挖	
6		规划的渝西高铁	合川区清平镇	80	桥下开挖	
7		郑渝高铁	长寿区云台镇	80	桥下开挖	
8		沿江高铁	利川市汪营镇	80	桥下开挖	规划
9		渝利铁路	利川市汪营镇	80	桥下开挖	
10		沿江高铁	利川市汪营镇	80	桥下开挖	规划
11		宜万铁路	利川市团堡镇	140	桥下开挖	
12		宜万铁路	恩施市白杨坪镇	80	隧道顶部开挖	
13		宜万铁路	建始县高坪镇	80	桥下开挖	
14		宜万铁路	建始县高坪镇	80	隧道顶部开挖	
15		宜万铁路	巴东县野三关镇	80	隧道顶部开挖	
16		宜万铁路	巴东县野三关镇	80	桥下开挖	
17		沿江高铁	长阳县龙舟坪镇	80	桥下开挖	规划
18		焦柳铁路	枝江市安福寺镇	130	顶管	
19		汉宜铁路	枝江市安福寺镇	100	桥下开挖	
20		汉宜铁路	荆州区高新区	100	桥下开挖	
21		汉宜铁路	荆州区八岭山镇	100	桥下开挖	
22		荆岳高铁	荆州区八岭山镇	100	桥下开挖	规划
23		荆荆高铁	荆州区八岭山镇	100	桥下开挖	在建
24		荆沙铁路	荆州区郢城镇	50	顶管	
25		汉宜铁路	沙市区关沮镇	100	桥下开挖	
26		汉宜铁路	沙市区观音垱镇	100	桥下开挖	
27		蒙华铁路	沙市区观音垱镇	100	桥下开挖	
28		汉宜铁路	沙市区观音垱镇	100		
29	牟家坪老翁场储气库支干线	在建渝昆高铁	江阳区	80	桥下开挖	
30	铜锣峡储气库支干线	东环线	重庆市渝北区统景镇	80	桥下开挖	

31	黄草峡储气库支干线	郑渝高速铁路	重庆市长寿区渡舟镇	80	桥下开挖	
32		郑渝高速铁路	重庆市长寿区石堰镇	80	桥下开挖	

4) 山体隧道穿越

铜梁-潜江段新建山体隧道共计 68 处，利旧隧道 17 条。新建隧道总长度约 83.5km。新建隧道情况详见表 2.2-19 和表 2.2-20。

表 2.2-19 山岭隧道控制性工程统计

序号	隧道名称	穿越位置	穿越用管 管径×壁厚 (mm)	穿越长度 (m)	穿越 方式
1	放牛坪隧道	重庆市渝北区茨竹镇	D1219×22	2437.1	钻爆
2	中梁山 2 号隧道	重庆市北碚区柳荫镇	D1219×22	2300.4	钻爆
3	铜锣山隧道	重庆市渝北区大湾镇	D1219×22	2297.7	钻爆
4	新街隧道	重庆市石柱县枫木乡	D1219×22	2087.48	钻爆
5	方斗山隧道	重庆市石柱县王场镇	D1219×27.5	3108	钻爆
6	苏家湾隧道	恩施州利川市汪营镇	D1219×22	2188.73	钻爆
7	太平店隧道	恩施市巴东县野三关镇	D1219×27.5	3050.35	钻爆
8	孔夫子洞隧道	宜昌市长阳县榔坪镇	D1219×27.5	2467.59	钻爆
9	魏家包隧道	宜昌市长阳县榔坪镇	D1219×27.5	2206.71	钻爆
合计(m)				19036.06	

表 2.2-20 山岭隧道一般性工程统计

序号	工程名称	地理位置	长度(m)	穿越方式	尺寸(宽×高)
1	云雾山 1 号隧道	重庆市合川区盐井镇	956.9	钻爆	3.2m×3.2m
2	云雾山 2 号隧道	重庆市合川区盐井镇	1103.2	钻爆	3.2m×3.2m
3	云雾山 3 号隧道	重庆市璧山区八塘镇	1226.8	钻爆	3.2m×3.2m
4	缙云山隧道	重庆市合川区清平镇	1960.7	钻爆	3.2m×3.2m
5	马家沟隧道	重庆市合川区清平镇	654.1	钻爆	3.2m×3.2m
6	中梁山 1 号隧道	重庆市北碚区柳荫镇	1438.1	钻爆	3.2m×3.2m
7	梅家坡隧道	重庆市渝北区茨竹镇	886.5	钻爆	3.2m×3.2m
8	明月山 1 号隧道	重庆市长寿区洪湖镇	1487.6	钻爆	3.2m×3.2m
9	明月山 2 号隧道	重庆市长寿区葛兰镇	1803.5	钻爆	3.2m×3.2m
10	明月山 3 号隧道	重庆市长寿区葛兰镇	604	钻爆	3.2m×3.2m
11	尖山子隧道	重庆市忠县白石镇	614.12	钻爆	3.2m×3.2m
12	幺姑岭隧道	重庆市忠县白石镇	1261.43	钻爆	3.2m×3.2m
13	秧石田隧道	重庆市忠县忠州镇	1249.91	钻爆	3.2m×3.2m
14	白坡 2 号隧道	重庆市忠县忠州镇	209.71	钻爆	3.2m×3.2m
15	方家坝 1 号隧道	重庆市石柱县王场镇	430.88	钻爆	3.2m×3.2m
16	方家坝 2 号隧道	重庆市石柱县王场镇	543.79	钻爆	3.2m×3.2m
17	高家坝隧道	重庆市石柱县鱼池镇	1356.43	钻爆	3.2m×3.2m
18	杨家沟隧道	重庆市石柱县黄水镇	1592.52	钻爆	3.2m×3.2m
19	高椿坪隧道	重庆市石柱县枫木乡	1136.71	钻爆	3.2m×3.2m
20	大地岩隧道	重庆市石柱县枫木乡	1637.86	钻爆	3.2m×3.2m

21	水泥沟隧道	重庆市石柱县枫木乡	1437.2	钻爆	3.2m×3.2m
22	横田坝隧道	重庆市石柱县枫木乡	1520.89	钻爆	3.2m×3.2m
23	齐岳山 1 号隧道	湖北省利川市汪营镇	961.23	钻爆	3.2m×3.2m
24	齐岳山 2 号隧道	湖北省利川市汪营镇	997.39	钻爆	3.2m×3.2m
25	张家梁子隧道	湖北省利川市凉雾乡	800.64	钻爆	5.8m×4.2m
26	庄屋隧道	湖北省利川市凉雾乡	1790.12	钻爆	5.8m×4.2m
27	陈家坪 1 号隧道	湖北省利川市凉雾乡、都亭街道	1914.15	钻爆	5.8m×4.2m
28	陈家坪 2 号隧道	湖北省利川市都亭街道	1029.82	钻爆	5.8m×4.2m
29	刘家坪隧道	湖北省利川市都亭街道、东城街道	1755.69	钻爆	5.8m×4.2m
30	龚家湾隧道	湖北省利川市元堡乡	639.2	钻爆	3.2m×3.2m
31	刘家隧道	湖北省利川市元堡乡	1329.59	钻爆	3.2m×3.2m
32	田家崖隧道	湖北省利川市团堡乡	969.93	钻爆	3.2m×3.2m
33	新屋场隧道	湖北省利川市团堡乡	1333.54	钻爆	3.2m×3.2m
34	梧桐坝隧道	湖北省利川市团堡乡	1356.57	钻爆	3.2m×3.2m
35	猪嘴岩隧道	湖北省恩施市屯堡乡	721.37	钻爆	3.2m×3.2m
36	纱帽山隧道	湖北省恩施市屯堡乡	1011.04	钻爆	3.2m×3.2m
37	罗家坡隧道	湖北省恩施市屯堡乡	1957.95	钻爆	3.2m×3.2m
38	百瓦厂隧道	湖北省恩施市太阳河乡	646.89	钻爆	3.2m×3.2m
39	柑树垭隧道	湖北省恩施市太阳河乡	911.58	钻爆	3.2m×3.2m
40	月家坡隧道	湖北省恩施市太阳河乡	797.5	钻爆	3.2m×3.2m
41	猪槽坝隧道	湖北省恩施市白杨坪镇	1275.43	钻爆	3.2m×3.2m
42	马家坡隧道	湖北省建始县业州镇	1086.75	钻爆	3.2m×3.2m
43	青布岭隧道	湖北省恩施市崔家坝镇	734.39	钻爆	3.2m×3.2m
44	苏家坪隧道	湖北省巴东县大支坪镇	367.67	钻爆	3.2m×3.2m
45	水谷坝隧道	湖北省巴东县大支坪镇	477.57	钻爆	3.2m×3.2m
46	红岩子隧道	湖北省巴东县大支坪镇	1109.1	钻爆	3.2m×3.2m
47	支井河 1 号隧道	湖北省巴东县野三关镇	1303.29	钻爆	3.2m×3.2m
48	支井河 2 号隧道	湖北省巴东县野三关镇	909.77	钻爆	3.2m×3.2m
49	古树坪隧道	湖北省巴东县大支坪镇	612.6	钻爆	3.2m×3.2m
50	夹槽隧道	湖北省长阳县榔坪镇	1095.77	钻爆	3.2m×3.2m
51	文家坪隧道	湖北省长阳县榔坪镇	1065.24	钻爆	3.2m×3.2m
52	尖巴子坡隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	1470.92	钻爆	3.2m×3.2m
53	铁匠岭隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	938.93	钻爆	3.2m×3.2m
54	魏家洲隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	850.08	钻爆	3.2m×3.2m
55	沿溪隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	1117.38	钻爆	3.2m×3.2m
56	磨刀溪隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	566.03	钻爆	3.2m×3.2m
57	高荒岭隧道	湖北省长阳县贺家坪镇	1708.24	钻爆	3.2m×3.2m
58	牛风冲隧道	湖北省长阳县龙舟坪镇	590.97	钻爆	3.2m×3.2m
59	罗家冲隧道	湖北省长阳县龙舟坪镇	1125.43	钻爆	3.2m×3.2m

2.2.6.5 渣场

本工程干线设置 65 座渣场，其中重庆市 21 座，湖北省 44 座。具体见下表。

2.2-21 工程沿线弃渣场情况

序号	弃渣场	行政区	主体设计位置	坐标(经纬度)	弃渣来源	堆渣面积(m²)	堆渣量(m³)
1	澄江镇共用渣场	重庆市北碚区	澄江镇上马台村	106° 22'38.8300″ 29° 54'15.9565″	嘉陵江隧道进口、云雾山 3#隧道出口	12620	31000
2	中梁山 1#隧道出口、2#隧道进口渣场	重庆市北碚区	柳荫镇合兴村	106° 34'41.9432″ 29° 58'37.5717″	中梁山 1#隧道出口、中梁山 2#隧道进口	5300	40000
3	中梁山 2#隧道出口渣场	重庆市北碚区	柳荫镇柳荫村	106° 35'36.8685″ 29° 57'59.1658″	中梁山 2#隧道出口	5400	25000
4	放牛坪隧道进口渣场	重庆市北碚区	柳荫镇东升村	106° 39'47.3824″ 29° 58'30.4612″	放牛坪隧道进口渣场	19000	26000
5	放牛坪隧道进口渣场	重庆市渝北区	茨竹镇放牛坪村	106° 52'33.5575″ 29° 57'52.4207″	放牛坪隧道出口渣场	7800	26000
6	保胜寺村共用隧道渣场	重庆市渝北区	兴隆镇保胜寺村	106° 45'06.7324″ 29° 57'14.3239″	梅家坡隧道	6300	30000
7	铜锣山隧道进口渣场	重庆市渝北区	大湾镇杉树村	106° 50'22.8731″ 29° 58'14.3433″	铜锣山隧道进口	8200	31000
8	铜锣山隧道出口渣场	重庆市渝北区	统景镇黄印村	106° 52'33.5575″ 29° 57'52.4207″	铜锣山隧道出口	12000	31000
9	芦池村共用隧道渣场	重庆市长寿区	葛兰镇芦池村	106° 59'19.8829″ 29° 57'14.1131″	明月山 1#隧道	13800	34000
10	明月山共用隧道渣场	重庆市长寿区	葛兰镇烟坡村	107° 05'35.8867″ 30° 03'38.8927″	明月山 2#、3#隧道	5700	55000
11	尖山子隧道渣场	重庆市忠县	白石镇明星村	107° 53'03.4062″ 30° 18'29.2083″	尖山子隧道	14550	40000
12	幺姑岭隧道进口渣场	重庆市忠县	白石镇巴岭村	107° 56'20.7867″ 30° 17'54.1833″	幺姑岭隧道进口	12900	20000
13	幺姑岭隧道出口渣场	重庆市忠县	白石镇明月村	107° 54'27.7632″ 30° 18'39.9609″	幺姑岭隧道出口	7000	20000
14	秧石田隧道进口渣场	重庆市忠县	黄金镇芭蕉村	108° 03'46.9786″ 30° 22'22.5526″	秧石田隧道进口	3100	15000

15	长江隧道进口、白坡隧道、秧石田隧道出口渣场	重庆市忠县	忠州街道复旦村	108° 04'32.9335″ 30° 21'35.9924″	秧石田隧道出口、白坡隧道、长江隧道进口	12000	60000
16	长江隧道出口渣场	重庆市石柱县	黎场乡天湾村	108° 10'03.8908″ 30° 21'38.9362″	长江隧道出口	50000	30000
17	蛟鱼村共用隧道渣场	重庆市石柱县	王场镇蛟鱼村	108° 12'12.5933″ 30° 17'10.6779″	方家坝 1#、2#隧道，方斗山隧道进口	19000	60000
18	团结村共用隧道渣场	重庆市石柱县	鱼池镇团结村	108° 15'59.9716″ 30° 20'11.1677″	方斗山隧道出口、高家坝隧道进口	60000	60000
19	高家坝隧道出口渣场	重庆市石柱县	鱼池镇白江镇	108° 17'20.1160″ 30° 19'40.4229″	高家坝出口	20000	20000
20	杨家沟隧道进口渣场	重庆市石柱县	黄水镇黄水社区	108° 22'16.2696″ 30° 14'53.7847″	杨家沟隧道进口	21000	20000
21	黄水镇共用隧道渣场	重庆市石柱县	黄水镇七龙社区	108° 23'52.1947″ 30° 16'17.7118″	杨家沟隧道出口、油草河隧道进口	35000	60000
22	苏家湾隧道进口弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市汪营镇鱼泉口村	g108.58494312 30.23332679(GCJ-02 坐标)	苏家湾隧道进口	10600	53000
23	齐岳山 1 号隧道弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市汪营镇清江村	g108.61613050 30.20146692(GCJ-02 坐标)	苏家湾隧道出口、齐岳山 1 号隧道进、出口	12200	48800
24	齐岳山 2 号隧道出口弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市汪营镇清江村	g108.62426966 30.22237540(GCJ-02 坐标)	齐岳山 2 号隧道进、出口	13700	41100
25	张家梁子隧道进口弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市凉雾乡池谷村	g108.80159855 30.22970234(GCJ-02 坐标)	张家梁子隧道进、出口、庄屋隧道进口	10500	63000
26	庄屋隧道出口弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市凉雾乡马前村	g108.82802635 30.18963679(GCJ-02 坐标)	庄屋隧道出口	7800	78000
27	陈家坪 1 号隧道弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市凉雾乡大岩村	g108.91791523 30.23342876(GCJ-02 坐标)	陈家坪 1 号隧道进、出口	8030	48180
28	陈家坪 2 号隧道进口弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市都亭街道木栈社区	g108.92500430 30.26914233(GCJ-02 坐标)	陈家坪 2 号隧道进、出口	15000	75000
29	刘家坪隧道弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川市都亭街道榨木社区	g108.94482583 30.25157447(GCJ-02 坐标)	陈家坪 2 号隧道出口、刘家坪隧道进、出口	63200	221200

30	龚家湾隧道与刘家隧道合建弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川元堡乡元堡村	g109.01692897 30.24635656(GCJ-02 坐标)	龚家湾隧道、刘家隧道	10000	40000
31	刘家隧道出口渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川元堡乡毛针坝村	g109.03382286 30.24555138(GCJ-02 坐标)	刘家隧道出口	2100	10500
32	田家涯隧道弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川团堡镇新田坝村	g109.21426445 30.28632721(GCJ-02 坐标)	田家崖隧道进、出口	30000	36000
33	新屋场隧道弃渣场	湖北省利川市	湖北省恩施土家族自治州利川团堡镇长庆村	g109.23890457 30.29106011(GCJ-02 坐标)	新屋场隧道进、出口	9000	36000
34	梧桐坝隧道出口弃渣场	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市屯堡乡凤坪村	g109.29681480 30.29404425(GCJ-02 坐标)	梧桐坝隧道	10000	30000
35	猪嘴岩隧道渣场	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市屯堡乡罗针田村	g109.33146626 30.30196679(GCJ-02 坐标)	猪嘴岩隧道进、出口	5850	23400
36	纱帽山隧道进口弃渣场	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市屯堡乡杨家山村	g109.38836932 30.38384102(GCJ-02 坐标)	纱帽山隧道进、出口	4290	21450
37	纱帽山隧道、清江钻爆隧道、罗家坡隧道合建弃渣场-1	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市屯堡乡新街村	g109.39885139 30.39334806(GCJ-02 坐标)	纱帽山隧道、清江钻爆隧道、罗家坡隧道、	11590	69540
38	纱帽山隧道、清江钻爆隧道、罗家坡隧道合建弃渣场-2	湖北省恩施市		g109.39682364 30.39121027(GCJ-02 坐标)		7780	62240
39	柑树垭隧道与月家坡隧道合建渣场	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市太阳河乡柑树垭村	g109.52529877 30.50122474(GCJ-02 坐标)	月家坡隧道、柑树垭、隧道、陈家山利旧隧道支洞、	18000	72000
40	猪槽坝隧道弃渣场	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市白杨坪镇白杨坪村	g109.68094736 30.48286180(GCJ-02 坐标)	猪槽坝隧道进、出口	18760	37520
41	青布岭隧道与马家坡隧道合用弃渣场 1	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市崔家坝镇水田坝村	g109.83054757 30.51375671(GCJ-02 坐标)	青布岭隧道、马家坡隧道	73000	28800
42	青布岭、马家坡隧道合用弃渣场 2	湖北省恩施市	湖北省恩施土家族自治州利恩施市崔家坝镇香炉坝	g109.83467281 30.51156148(GCJ-02 坐标)	青布岭隧道、马家坡隧道	57000	18400

			村				
43	苏家坪隧道、水谷坝隧道、红岩子隧道、支井河 1 号隧道合建 1 号弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县大支坪村长岭岗村	g110.16370475 30.65777310(GCJ-02 坐标)	苏家坪隧道进、出口	17490	34980
44	苏家坪隧道、水谷坝隧道、红岩子隧道、支井河 1 号隧道合建 2 号弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县大支坪村药会垴村	g110.19954711 30.67430589(GCJ-02 坐标)	水谷坝隧道进、出口、红岩子隧道进、出口、	18400	36800
45	苏家坪隧道、水谷坝隧道、红岩子隧道、支井河 1 号隧道合建 3 号弃渣场	湖北省巴东县		g110.17448992 30.62953786(GCJ-02 坐标)		6200	
46	支井河 1 号隧道出口、支井河 2 号隧道进口合建弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇庙坪村	g110.20303935 30.65779156(GCJ-02 坐标)	支井河 1 号隧道、支井河 2 号隧道	11800	26000
47	支井河 2 号隧道出口弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇庙坪村	g110.23272336 30.66026497(GCJ-02 坐标)	支井河 2 号隧道出口	17600	35200
48	古树坪隧道进口弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇庙坪村	g110.23535460 30.64391439(GCJ-02 坐标)	古树坪隧道进口	16100	32200
49	古树坪隧道出口弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇石马岭村	g110.24637848 30.64501859(GCJ-02 坐标)	古树坪隧道出口	6300	12600
50	野三关压气站弃渣场 1 号	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇花栎树村	g110.37713885 30.61291086(GCJ-02 坐标)	野三关压气站	90000	50000
51	野三关压气站弃渣场 2 号	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇花栎树村	g110.36491066 30.59424117(GCJ-02 坐标)	野三关压气站	24000	50000
52	太平店隧道进口弃渣场	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇三斗坪	g110.35862893 30.60532291(GCJ-02 坐标)	太平店隧道进口	5660	22640

			村				
53	太平店隧道出口弃渣场 1	湖北省巴东县	湖北省恩施土家族自治州利巴东县野三关镇民族中心小学	g110.43922663 30.56707863(GCJ-02 坐标)	太平店隧道出口	29200	58400
54	太平店隧道出口弃渣场 2	湖北省巴东县		g110.44014394 30.56544813(GCJ-02 坐标)		14900	44700
55	孔夫子洞隧道与魏家包隧道合建弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县榔坪镇关口垭村	g110.46138972 30.60659492(GCJ-02 坐标)	孔夫子洞隧道、魏家包隧道	18200	109200
56	夹槽隧道与文家坪隧道合建弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县榔坪镇八角庙村	g110.61534047 30.59776207(GCJ-02 坐标)	魏家包隧道出口、夹槽隧道、文家坪隧道	59000	59000
57	尖巴子坡隧道进口弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县贺家坪镇紫台山村	g110.87817991 30.58216345(GCJ-02 坐标)	尖巴子坡隧道	9800	19600
58	尖巴子坡隧道出口与铁匠岭隧道合建弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县贺家坪镇渔泉溪村	g110.87825462 30.58204172(GCJ-02 坐标)	尖巴子坡隧道、铁匠岭隧道	10200	40800
59	铁匠岭隧道弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县贺家坪镇渔泉溪村	g110.91769785 30.55588397(GCJ-02 坐标)	尖巴子坡隧道	15100	22590
60	魏家州隧道、沿溪隧道、磨刀溪隧道合建弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县贺家坪镇龙王冲村	g110.94221056 30.62654782(GCJ-02 坐标)	魏家州隧道、沿溪隧道、磨刀溪隧道、下木洞隧道(利旧)支洞隧道	16390	98340
61	高荒岭隧道弃渣场	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇向日岭村	g110.99425614 30.56338802(GCJ-02 坐标)	高荒岭隧道	10000	43300
62	牛风冲隧道、罗家冲隧道合建弃渣场 1	湖北省长阳县	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇金盆村	g111.16652369 30.57665786(GCJ-02 坐标)	牛风冲隧道、罗家冲隧道	11100	22200
63	牛风冲隧道、罗家冲隧道合建弃渣场 1	湖北省长阳县		g111.16550982 30.57774320(GCJ-02 坐标)	牛风冲隧道、罗家冲隧道	14600	29200
64	宜昌长江隧道进口弃渣场	湖北省宜昌市	湖北省宜昌市宜都市红花套镇家畈村	g111.37844771 30.53780856(GCJ-02 坐标)	宜昌长江隧道	11400	57000
65	宜昌长江隧道出口弃渣场	湖北省宜昌市	湖北省宜昌市枝江市白洋镇善溪冲村	g111.48951799 30.48357604(GCJ-02 坐标)	宜昌长江隧道	9880	39520

2.2.6.6 道路工程

拟建管道新建施工便道 129.24km，整修施工便道 303.64km；利用地方道路修复及赔偿 714.62km。

表 2.2-21 施工便道设置情况统计

线路	行政区域	新建施工便道(km)	整修施工便道(km)	乡村道路赔偿修复(km)
铜梁-潜江段干线	合川区	5.9	8.9	29.6
	北培区	1.7	2.5	8.3
	渝北区	5.1	7.7	25.7
	长寿区	5.9	13.8	39.5
	垫江县	5.18	13.19	30. 1
	忠县	10.5	27.99	50.19
	石柱县	9.95	12.01	39.41
	利川	10.53	15.49	66.29
	恩施市	13.03	18.37	55.51
	建始县	3.59	17.25	33.74
	巴东县	2.42	44.52	33.81
	长阳县	5.58	12.87	67.2
	宜都市	4.95	5.62	15.61
	猇亭区	0.9	5.18	8.26
	枝江市	10.43	15.67	36.68
	荆州区	0	6.22	22. 12
	沙市区	1.27	7.86	20.58
	潜江市	0.84	11.33	32.9
	小计	96.09	246.47	615.5
牟家坪老翁场储气库支干线	长宁县	3.0	4.6	9.4
	江安县	5.9	6.5	13.1
	江阳区	1.4	3.1	7.1
	富顺县	1.0	2.1	6.0
	泸县	1.3	2.9	3.7
	小计	12.6	19.2	39.3
大英-安岳-铜梁支干线	大英县	0.96	1.92	2.4
	安居区	2.98	5.97	7.5
	安岳县	5.85	11.7	12.5
	潼南区	3.19	6.38	14.6
	铜梁区	1.29	2.58	3.2
	小计	14.27	28.55	40.2
铜锣峡储气库支干线	渝北区	5.34	8.01	16.69
	小计	5.34	8.01	16.69
黄草峡储气库支干线	长寿区	6.28	9.42	19.62
	小计	6.28	9.42	19.62
合计		129.24	303.64	714.62

2.2.6.7 线路截断阀室

1） 铜梁-潜江段干线

铜梁-潜江段干线全长 863.06km，沿线设置 6 座站场，45 座线路截断阀室。包括 4 座 A 类监控阀室，分别为 12#阀室、21#阀室、39#阀室、48#阀室，其余均为新建 B 类监控阀室。

沿线阀室设置情况，以及地区等级划分情况见表 2.2-22。

表 2.2-22 铜梁-潜江段干线沿线地区等级划分情况

序号	站场/阀室名称	位置描述	里程(km)	间距(km)	地区等级	备注
1	铜梁/合川县界	铜梁/合川县界	0	0	-	-
2	9#阀室	北碚区澄江镇	15.22	15.22	二级为主	B 类监控
3	10#阀室	合川区草街镇	21.41	6.19	三级为主	B 类监控
4	11#阀室	北碚区柳荫镇	45.11	23.70	二级为主	B 类监控
5	12#阀室	渝北区大湾镇	69.01	23.9	二级为主	A 类监控
6	大盛站	渝北区统景镇	86.18	17.17	二级为主	B 类监控
7	14#阀室	长寿区葛兰镇	112.74	26.56	二级为主	B 类监控
8	云台站	寿区云台镇	129.28	16.54	二级为主	B 类监控
9	16#阀室	垫江县砚台镇	141.78	12.50	二级为主	B 类监控
10	垫江压气站	垫江县杠家镇	163.30	21.52	二级为主	-
11	17#阀室	忠县双桂镇	181.25	17.95	二级为主	B 类监控
12	18#阀室	忠县拔山镇	199.22	17.97	二级为主	B 类监控
13	18A#阀室	忠县白石镇	219.56	20.34	二级为主	B 类监控
14	19#阀室	忠县忠州街道	240.73	21.17	二级为主	B 类监控
15	20#阀室	石柱县黎场乡	243.48	2.75	二级为主	B 类监控
16	21#阀室	石柱县渔场镇	261.82	18.34	二级为主	A 类监控
17	22#阀室	石柱县黄水镇	280.32	18.50	二级为主	B 类监控
18	23#阀室	利川市汪营镇	300.92	20.60	二级为主	B 类监控
19	24#阀室	利川市汪营镇	323.86	22.94	二级为主	B 类监控
20	利川压气站	利川市凉雾乡	339.76	15.9	二级为主	-
21	25 号阀室	利川市元堡乡	353.24	13.48	二级为主	B 类监控
22	26 号阀室	利川市团堡镇	374.61	21.37	二级为主	B 类监控
23	27 号阀室	利川市团堡镇	391.67	17.06	二级为主	B 类监控
24	28 号阀室	恩施市屯堡乡	411.51	19.84	二级为主	B 类监控
25	29 号阀室	恩施市太阳河乡	433.36	21.85	二级为主	B 类监控
26	恩施分输清管站	恩施市白杨坪镇	450.9	17.54	二级为主	-
27	30 号阀室	建始县三里乡	472.12	21.22	二级为主	B 类监控
28	31 号阀室	建始县红岩寺镇	493.93	21.81	二级为主	B 类监控
29	32 号阀室	建始县高坪镇	507.05	13.12	二级为主	B 类监控
30	33 号阀室	建始县高坪镇	520.98	13.93	二级为主	B 类监控
31	34 号阀室	巴东县大支坪镇	522.66	1.68	二级为主	B 类监控
32	35 号阀室	巴东县野三关镇	539.18	16.52	二级为主	B 类监控
33	野三关压气站	巴东县野三关镇	560.71	21.53	二级为主	-
34	36 号阀室	长阳县榔坪镇	579.13	18.42	二级为主	B 类监控
35	37 号阀室	长阳县贺家坪镇	601.31	22.18	二级为主	B 类监控

36	38 号阀室	长阳县贺家坪镇	617.86	16.55	二级为主	B 类监控
37	39 号阀室	长阳县高家堰镇	633.89	16.03	二级为主	A 类监控
38	40 号阀室	长阳县高家堰镇	646.76	12.87	三级为主	B 类监控
39	41 号阀室	长阳县龙舟坪镇	668.5	21.74	二级为主	B 类监控
40	42 号阀室	宜都市红花套镇	688.25	19.75	二级为主	B 类监控
41	宜昌分输清管站	猇亭区云池街道	696.85	8.6	三级为主	-
42	44 号阀室	枝江市仙女镇	716.29	19.44	二级为主	B 类监控
43	45 号阀室	枝江市仙女镇	731.33	15.04	二级为主	B 类监控
44	46 号阀室	枝江市七星台镇	744.41	13.08	二级为主	B 类监控
45	47 号阀室	荆州区八岭山镇	759.66	15.25	二级为主	B 类监控
46	48 号阀室	荆州区八岭山镇	772.08	12.42	三级为主	A 类监控
47	49 号阀室	荆州区纪南镇	779.13	7.05	三级为主	B 类监控
48	50 号阀室	沙市区关沮镇	791.5	12.37	三级为主	B 类监控
49	51 号阀室	沙市区观音垱镇	804.97	13.47	二级为主	B 类监控
50	52 号阀室	潜江市浩口镇	824.74	19.77	二级为主	B 类监控
51	53 号阀室	潜江市熊口镇	840.81	16.07	二级为主	B 类监控
52	潜江分输压气站	潜江市总口管理区	863.06	22.25	二级为主	-

2) 牟家坪老翁场储气库支干线

牟家坪老翁场储气库支干线全长 100.9km，沿线设置 2 座站场和 3 座线路截断阀室，均为 B 类监控阀室。

沿线阀室设置情况，以及地区等级划分情况见表 2.2-23。

表 2.2-23 牟家坪老翁场储气库支干线沿线地区等级划分情况

序号	站场/阀室名称	位置描述	里程(km)	间距(km)	地区等级	备注
1	牟家坪首站	宜宾市长宁县梅白镇	0	0	-	-
2	老翁场接收站	宜宾市长宁县老翁镇	19.2	19.2	二级为主	
3	1#阀室	宜宾市江安县怡乐镇	40.9	21.7	二级为主	B 类监控
4	2#阀室	泸州市江阳区丹林镇	60.7	19.8	二级为主	B 类监控
5	3#阀室	自贡市富顺县长滩镇	78.6	17.9	二级为主	B 类监控
6	泸县首站	泸州市泸县玉蟾街道	100.9	22.4	二级为主	不属于本工程

3) 大英-安岳-铜梁支干线

大英-安岳-铜梁支干线全长 121km，沿线设置 2 座站场和 4 座线路截断阀室，包括 1 座 A 类监控阀室，3 座 B 类监控阀室。

沿线阀室设置情况，以及地区等级划分情况见表 2.2-24。

表 2.2-24 大英-安岳-铜梁支干线沿线地区等级划分情况

序号	站场/阀室名称	位置描述	里程(km)	间距(km)	地区等级	备注
1	大英首站	遂宁市大英县	0	0	-	输气站
2	DAT1#阀室	遂宁市安居区	23.9	23.9	二级为主	A 类分输监控
3	安岳分输站	资阳市安岳县城镇	43.0	19.1	二级为主	分输站

4	DAT2#阀室	资阳市安岳县	61.1	18.1	二级为主	B类监控
5	DAT3#阀室	资阳市安岳县	77.2	16.1	二级为主	B类监控
6	DAT4#阀室	重庆市潼南区	97.2	20.0	二级为主	B类监控
7	铜梁压气站	重庆市铜梁区	121.0	23.8	二级为主	不属于本工程

4) 铜锣峡储气库支干线

铜锣峡储气库支干线全长33.56km，沿线设置1座站场和1座线路截断阀室，1座A类监控阀室。

沿线阀室设置情况，以及地区等级划分情况见表2.2-25。

表2.2-25 铜锣峡储气库支干线沿线地区等级划分情况

序号	站场/阀室名称	位置描述	里程(km)	间距(km)	地区等级	备注
1	铜锣峡首站	重庆市渝北区石船镇	0	0	-	输气站
2	TLX1#阀室	重庆市渝北区统景镇	16.72	16.72	二级为主	A类监控
3	大盛站	重庆市渝北区大盛镇	33.56	16.84	二级为主	由铜梁-潜江段干线13号阀室改扩建

5) 黄草峡储气库支干线

黄草峡储气库支干线全长39.24km，沿线设置2座站场，1座线路截断阀室。

沿线阀室设置情况，以及地区等级划分情况见表2.2-26。

表2.2-26 黄草峡储气库支干线沿线地区等级划分情况

序号	站场/阀室名称	位置描述	里程(km)	间距(km)	地区等级	备注
1	黄草峡首站	重庆市长寿区但渡镇	0	0	-	
2	HCX1#阀室	重庆市长寿区龙河镇	20.88	20.88	二级为主	
3	云台站	重庆市长寿区云台镇	39.24	18.36	二级为主	由铜梁-潜江段干线15号阀室改扩建

2.2.7 工艺站场

2.2.7.1 站场设置

铜梁-潜江段干线沿线设置6座站场，牟家坪老翁场储气库支干线沿线设置2座站场，大英-安岳-铜梁支干线沿线设置2座站场，铜锣峡储气库支干线沿线设置2座站场，黄草峡储气库支干线沿线设置2座站场。

表 2.2-27　拟建管道沿线站场设置情况

序号	线路	站场阀室名称	位置描述	里程(km)	备注
1	铜梁-潜江段干线	垫江压气站	垫江县杠家镇	163.30	
2		利川压气站	利川市凉雾乡	339.76	
3		恩施分输清管站	恩施市白杨坪镇	450.9	
4		野三关压气站	巴东县野三关镇	560.71	
5		宜昌分输清管站	猇亭区云池街道	696.85	
6		潜江分输压气站	潜江市总口管理区	863.06	
7	牟家坪老翁场储气库支干线	牟家坪首站	宜宾市长宁县梅白镇	0	
8		老翁场接收站	宜宾市长宁县老翁镇	19.2	
9	大英-安岳-铜梁支干线	大英首站	遂宁市大英县	0	
10		安岳分输站	资阳市安岳县城镇	43.0	
11	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站	重庆市渝北区石船镇	0	
12		大盛站	重庆市渝北区大盛镇	33.56	铜梁-潜江段干线13 号阀室改扩建
13	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站	重庆市长寿区	0	
14		云台站	重庆市长寿区	39.24	铜梁-潜江段干线15#阀室改扩建

2.2.7.2　站场工艺

1)　垫江压气站

接收上游 16#阀室来气，经旋风、过滤、计量，一期直接输往下游，二期经旋风、过滤、增压、计量后输往下游 17#阀室，兼顾干线反输及干线上、下游清管功能。

2)　利川分输压气站

接收干线上游 24#阀室来气，经旋风、过滤、增压后输往干线下游 25#阀室，配套放空及排污设施，兼顾干线反输及干线上、下游清管、预留分输接口功能。

3)　恩施分输清管站

接收干线上游 29#阀室来气，输往干线下游 30#阀室，配套放空及排污设施，兼顾干线反输及干线上、下游清管、预留分输接口功能。

4)　野三关压气站

接收干线上游 35#阀室来气，经旋风、过滤后，增压输往干线下游 36#阀室，配套放空及排污设施，兼顾干线反输及干线上、下游清管功能。

5)　宜昌分输清管站

接收干线上游 42#阀室来气，输往干线下游 44#阀室，配套放空及排污设施，兼顾干线反输及干线上、下游清管、预留分输接口功能(43#阀室按

初步设计终审意见取消)。

6） 潜江分输压气站

接收干线上游 53#阀室来气，经旋风、过滤、增压后，一部分直接输往干线下游(西三线仙桃-潜江联络线工程)，另一部分经计量、调流输往新气管道潜江枢纽站，配套放空及排污设施，兼顾干线越站、干线反输及干线上游清管功能(干线下游为西三线仙桃－潜江联络线工程范围)、预留分输接口功能。

7） 牟家坪首站

牟家坪首站具有采气、注气流程、全越站流程、清管器接收流程以及其他辅助流程。

正输(采气)时管道自储气库采气，牟家坪储气库来气进入站内进口汇管，经过滤分离和计量后，输往川二线川渝鄂段下游管道。反输(注气)时管道向储气库注气流程，川二线川渝鄂段来气经过倒流程阀组，依次经过滤分离器和计量后注入牟家坪储气库。当站内设备检修或发生事故时，气体可通过越站管线越过该站场输往下游站场或注入牟家坪储气库。站内设置清管器接收流程，可以接收上游管道发送的清管器。事故状态及维修时，还可以通过该站场进行放空和排污。

8） 老翁场接收站

老翁场接收站具有采气、注气流程、全越站流程以及其他辅助流程。

正输(采气)时牟家坪首站来气进入越站管线输往川二线川渝鄂段下游泸县首站；老翁场储气库来气进入站内进口汇管，经过滤分离和计量后，输往川二线川渝鄂段下游管道。反输(注气)时管道向储气库注气，川二线川渝鄂段下游来气经过倒流程阀组，依次经过滤分离器和计量后注入老翁场储气库；川二线川渝鄂段来气经越站管线输往牟家坪首站。当站内设备检修或发生事故时，天然气可越过该站场输往下游(或上游)站场。事故状态及维修时，还可以通过该站场进行放空和排污。

9） 大英首站

大英首站正常输送流程为接收西南油气田来气，经过滤分离、计量后，增压输送至下游管道。站内设备检修或发生事故时，天然气可通过越站旁通管线越过该站场输往下游管道。站站内设压力越站管线，当压缩机组停

机时，经过滤后的天然气可越过压缩机组，输往下游站场。站内设置清管器发送设备，可在不停输状态下向下游发送普通清管器或只能清管器。事故状态及维修时，还可以通过该站场进行放空和排污。

10） 安岳分输站

安岳分输站具有线路截断功能(紧急截断，计划关闭)；可对上下游管线进行放空；可实现干线截断阀上下游平衡倒气；预留了移动式压缩机组连接接口功能；预留了分输接口。

11） 铜锣峡首站

铜锣峡首站正输流程时，接收大盛站来气，进站经过滤分离、计量后输往铜锣峡储气库。反输时，接收铜锣峡储气库来气，进站经过滤分离、计量后输往大盛站，送入川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段干线。站内设有清管流程，可接收大盛站发送的清管器。事故状态及维修时，还可以通过该站场进行放空和排污。

12） 大盛站

正输流程时，大盛站将川二线川渝鄂段干线天然气分输往铜锣峡首站。反输流程时，大盛站接收铜锣峡首站来气，上载至川二线川渝鄂段干线。站内可向铜锣峡首站发送清管器。并具有支干线出站截断及放空功能。

13） 黄草峡首站

正输时，黄草峡首站接收云台站来气，进站经过滤分离、计量后输往黄草峡储气库。反输时，黄草峡首站接收黄草峡储气库来气，进站经过滤分离、计量后输往云台站，通过云台站上载至川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段干线。站内设置清管器接收流程，可接收云台站发送的清管器。事故状态及维修时，还可以通过该站场进行放空和排污。

14） 云台站

正输时，将川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段干线天然气分输往黄草峡首站。反输时，接收黄草峡首站来气，上载至川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段干线。站内设置清管器发送流程，可向黄草峡首站发送清管器。站场还具有干线与支干线的截断及放空功能。

2.2.7.3 站场设备

表 2.2-28　各站场主要设备配置情况

站场序号	线路	站场名称	电驱压缩机组(台)	空冷器(台)	空压机(台)	计量设备(套)	旋风分离器(台)	过滤分离器(台)	清管设施(台)	放空立管(座)	排污池(个)
1	铜梁-潜江段干线	垫江压气站	3	3	3(2用1备)		5	5	2	1(DN500，15m)	1
2		利川压气站	4(3用1备)	4	4(3用1备)	2	5	5	2	1(DN600，15m)	1
3		恩施分输清管站					4		2	1(DN400，15m)	1
4		野三关压气站	3	3	3(2用1备)		5	5	2	1(DN600，15m)	1
5		宜昌分输清管站					4		2	1(DN400，15m)	1
6		潜江分输压气站	3(2用1备)	3	3(2用1备)	4(3用1备)	5	5	2	1(DN600，15m)	1
7		45个阀室								各1(DN400，10m)	
8	牟家坪老翁场储气库支干线	牟家坪首站				2		2(1用1备)	1(接收装置)	1(DN300，15m)	1
9		老翁场接收站				4		2(1用1备)		1(DN300，15m)	1
10		3个阀室								各1(DN300，15m)	
12	大英-安岳-铜梁支干线	大英首站	3(2用1备)	6(4用2备)	2(1用1备)	4(3用1备)		3(2用1备)	1(发送装置)	1(DN300，15m)	1
13		安岳分输站								1(DN300，15m)	
14		DAT4#阀室							1(发送装置)	1(DN300，15m)	
15		另外3个阀室								各1(DN300，15m)	
16	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站				2(1用1备)		2(1用1备)	1(接收装置)	1(DN200，15m)	1
17		大盛站							1(发送	1(DN400，10m)	

									装置)		
18		TLX1#阀室								1(DN200，15m)	
19	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站				2(1 用 1 备)		2(1 用 1 备)	1(接收装置)	1(DN200，15m)	1
20		云台站							1(发送装置)	1(DN400，10m)	
21		HCX1#阀室								1(DN200，15m)	

2.2.7.4　站场给排水

1)　站场给水

本工程铜梁-潜江段干线垫江压气站、利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站4座站场有用水需求，给水水源均可依托当地城镇供水管道。大英首站用水由大英县农村供水站(即大英县润民供水有限公司)供给。

牟家坪老翁场储气库支干线、大英-安岳-铜梁支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线站场均为无人值守站，设巡检人员休息室，人员饮用水采用桶装水，定期外购。

2)　站场排水

(1)　站场排水量

各站污水主要为生活污水，各站排水量详见表2.7-8。

表2.2-30　各站场排水量及排水水质统计表

序号	所属管道	站场名称	污水来源	污水量	污水水质	排水规律
1	铜梁-潜江段干线	垫江压气站	粪便及洗涤污水	4.5m³/d	含N、P等	连续
2		利川分输压气站	粪便及洗涤污水	4.5m³/d	含N、P等	连续
3		野三关压气站	粪便及洗涤污水	5.76m³/d	含N、P等	连续
4		恩施分输清管站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
5		宜昌分输清管站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
6		潜江分输压气站	粪便及洗涤污水	3.6m³/d	含N、P等	连续
7	牟家坪老翁场储气库支干线	牟家坪首站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
8		老翁场接收站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
9	大英-安岳-铜梁支干线	大英首站	粪便及洗涤污水	3.6m³/d	含N、P等	间断
10		安岳分输站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
11	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
12		大盛站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
13	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
14		云台站	粪便及洗涤污水	0.05m³/d	含N、P等	间断
15	重庆维抢修中心		粪便及洗涤污水			连续

注：各站生活污水排水量按给水量的90%计。

(2)　排水方式

本项目沿线各站主要排水为生活污水。

有人值守站场垫江压气站、利川分输压气站、潜江分输压气站、大英首站的生活污水经新建一体化生活污水处理装置进行处理；野三关压气站生活污水排至野三关压气站(一线)已建生活污水处理装置处理。所有污水经处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中的城市绿化用水标准后，暂存于站内生活污水清水池，用于站内绿化。

宜昌分输清管站、恩施分输清管站、牟家坪首站、老翁场接收站、安岳分输站、铜锣峡首站、大盛站、黄草峡首站、云台站为无人值守站，设环保厕所，产生生活污水、粪便污物定期由当地环卫部门有偿清运处置。

重庆维抢修中心生活污水排放依托市政管网。

2.2.7.5　供热及通风

本工程干线仅对垫江压气站、利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站、大英首站等 5 座有人值守站场考虑供暖。站场各房间均设置分体热泵型冷暖空调器，夏季制冷、冬季制热，以满足人员舒适及设备温度要求。

各站场值班室均采用组合式冷暖空调供暖及制冷。

根据站内建筑不同使用性质及通风要求，通风采用自然通风或机械通风和自然通风相结合的强制通风方式。部分生产设备在生产运行中，会散发易燃易爆等有害气体或产生大量余热，为使有害气体的浓度降低至卫生要求允许的范围内或排除室内余热，对建筑单体采用自然/机械进风、机械排风的强制通风方式，排除有害气体及室内余热。如：厨房采用钢制轴流风机机械排风、油烟机排气以及门窗缝隙自然进风；卫生间安装吊顶式排气扇，补风采用门窗缝隙自然进风；压缩机厂房排风采用防爆钢制屋顶风机，补风采用防爆钢制轴流风机。

2.2.8　防腐

本管道工程为减少和避免外部环境对管道的腐蚀，确保管线长期安全稳定地运行，将采用外防腐层和阴极保护联合保护的方式对管道进行保护。

2.2.8.1　防腐

1)　管道防腐

拟建管道直管、冷弯管采用三层 PE 常温型加强级外防腐层+环氧型内

减阻涂料涂层；根据地质特点，部分定向钻穿越段管道防腐层外采用玻璃钢防护层；热煨弯管根据地质和水文情况采用双层熔结环氧粉末外防腐层或热缠聚乙烯复合带防腐层。

一般线路段管道、采用玻璃钢防护层的定向钻穿越段管道补口采用热熔胶型聚乙烯热收缩带，未采用环氧玻璃钢防护层的定向钻穿越管道补口采用纤维增强型聚乙烯热收缩补口带，山岭隧道洞内组焊的架空管道补口采用压敏胶型热收缩带，水域隧道洞内组焊的管道补口采用粘弹体防腐胶带+聚丙烯胶粘带，其他洞外组焊的管道采用与一般线路相同的热熔胶型热收缩带补口。

热熔胶型聚乙烯热收缩带补口推荐采用干膜安装、机械化补口施工方式；无法实施机械化补口的线路地段，可采用手工补口施工方式。“压敏胶型热收缩带”、“粘弹体防腐胶带+聚丙烯胶粘带”补口推荐采用手工补口施工方式。

2)　站场、阀室管道防腐

站场、阀室内地面管道及设备采用涂装涂料的方式进行防腐，涂层结构为环氧富锌底漆(≥60μm)—环氧云铁中间漆(≥100μm)—氟碳面漆(≥80μm)。涂层干膜总厚度应≥240μm。

对与站外线路管径一致的埋地管道及站场管径DN≥50mm的埋地管道采用三层PE常温型加强级外防腐层；对其余管道、管件采用无溶剂液体环氧涂料再外缠绕聚丙烯胶带的复合结构防腐

2.2.8.2　阴极保护

管道沿线采用强制电流阴极保护法进行保护，根据相关站场和阀室的具体分布情况，阴极保护站尽量与工艺站场或A类监控阀室合建，结合计算结果与后续工程建设中可能的保护需求，铜梁-潜江段干线拟设置11座阴极保护站，牟家坪老翁场储气库支干线设置1座阴极保护站，大英-安岳-铜梁支干线设置2座阴极保护站，铜锣峡储气库支干线设置1座阴极保护站，。阴极保护站具体分布情况见表2.2-31。

表2.2-31　管道沿线阴极保护站分布情况

序号	线路	站场阀室名称	阴保站编号	里程(km)	备注
1	铜梁-潜江段干线	12#阀室	CPS-5	69.31	
2		垫江压气站	CPS-6	163.6	
3		21#阀室	CPS-7	262.12	
4		利川压气站	CPS-8	340.06	
5		恩施分输清管站	CPS-9	451.2	
6		野三关压气站	CPS-10	561.01	
7		39#阀室	CPS-11	634.19	
8		宜昌分输清管站	CPS-12	697.15	
9		48#阀室	CPS-13	772.38	
10		潜江分输压气站	CPS-14	863.06	
11	牟家坪老翁场储气库支干线	老翁场接收站	CPS-1	19.2	
12	大英-安岳-铜梁支干线	DAT1#阀室	CPS-1	23.9	
13		DAT4#阀室	CPS-2	97.2	
14	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站	CPS-1	0	
15	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站	CPS-1	0	

2.2.9 自动控制

本工程自动控制系统采用SCADA系统，对全线各站场及阀室进行监控、调度和管理。整个输气管道工程SCADA系统的控制分为三级：调度控制中心级、站场控制级、就地控制级。

2.2.9.1 自控水平

川气东送二线天然气管道作为一级调控管道，其自动控制系统将纳入国家管网集团公司油气调控中心(以下简称“调控中心”)川气东送二线SCADA系统，由调控中心负责输气过程的集中监控、优化运行和统一调度管理。

目前国家管网集团公司生产运行按照“集中调控、区域管理、分级组织”模式运作，调控管理原则为“集中调控为主，区域调控为辅；统一调度指挥，分级管控负责”，天然气调控业务按照“全国一张网”由调控中心集中调控。本工程总体控制水平应实现“远程控制、无人操作”。

SCADA系统对全线各站场及监控阀室进行监控、监视、调度和管理。自动控制系统根据对生产工艺过程的需要，监控现场的输气工艺、电气和辅助设备或设施，以达到保证该管道安全、平稳和高效运行的目的。

西气东输公司、西南管道公司、下属重庆/武汉输气分公司可实现对所辖管段内站场/阀室工艺运行画面和有关参数的显示，监视所属站场/阀室的运行情况，指挥管道的维护、维修和抢修。

本工程通过数字化设计以及对智能管道相关设备信号的采集和处理，将川气东送二线天然气管道建成主动式风险管控模式的智能管道，实现“全数字化移交、全智能化运营、全业务覆盖、全生命周期管理”。

2.2.9.2　自动控制系统方案

本工程重庆段站场阀室由西南管道公司运营，湖北段各站场阀室由西气东输公司运营。为了便于地区公司和各管理处对所管辖站场的管理，本工程在西南管道公司调度中心、西气东输上海监视中心、重庆输气分公司和武汉输气分公司的设置远程显示终端(OAD)，监视所辖站场和阀室的运行情况。远程监视终端的数据从国家管网主调控中心的实时服务器中读取，数据传输路由利用已建的通信路由。

1)　站控系统

站控系统(SCS)包括基本过程控制系统(BPCS)、独立的安全仪表系统(SIS)、操作员工作站(无人站设置盘装工作站)、数据通信接口和系统软件等构成。站控系统以网络的形式将这些设备连接起来。基本过程控制系统(BPCS)实现对站场的工艺变量及设备运行状态的数据采集、监视控制。

本工程各站场均设置 1 套独立的安全仪表系统。在监控阀室设置 RTU 系统，完成阀室输气过程的监视与控制，并执行调控中心下达的指令，可实现远程操作。

2)　火灾及可燃气体报警系统

各站场均设置有可燃气体检测报警系统，由可燃气体探测器、现场警报器、报警控制单元等组成。压缩机厂房设有红外点式可燃气体探测器检测压缩机厂房的可燃气体浓度并报警，设有线型光束式可燃气体探测器用于检测压缩机厂房的可燃气体浓度并报警。压气站蓄电池间、橇装机柜间蓄电池室设置催化燃烧型氢气探测器，检测氢气浓度并报警。阀室露天工艺装置区设点式可燃气体探测器，信号接至 RTU 系统。为方便巡检过程中对可燃气体泄漏的检测，各站场还配置有便携式可燃气体检测仪。

火灾自动报警系统由感温探测器、感烟探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光报警器、火焰探测器及火灾报警控制器等组成。在仪表操作间、机柜间、UPS 间、变电所、高低压配电室、发电机房等重要房间，采用感温探测器或感烟探测器进行火灾监测，同时在值班室设置火灾报警控制器，

进行报警和记录。探测器与火灾报警系统采用总线通讯技术，整个系统随时监测总线工作状态，保证系统可靠运行。

2.2.10　消防

2.2.10.1　消防方案

根据《石油天然气工程设计防火规范》GB50183 的站场分级规定，本工程利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站、垫江压气站为四级场站，需设消防给水系统；其他站场均为五级场站，可不设消防给水系统；阀室按五级站考虑，不设消防给水系统。

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140，本工程对沿线各输气站场及阀室等可能发生火灾的各类场所，按其火灾危险性、区域大小、火灾类型等实际情况，分别设置一定数量、不同类型及规格的灭火器材，以扑灭初期零星火灾。

还将与地方消防部门紧密联系，设消防报警电话，最大可能地依托当地的消防力量。

2.2.10.2　消防依托

站场外部可依托消防情况具体见表 2.2-32。

表 2.2-32　各站消防社会依托情况

序号	线路名称	站场名称	依托消防站	距离(km)	消防站内人数(人)	消防站内车辆数(台)	到达站场时间(min)	备注
1	铜梁-潜江段干线	垫江压气站	垫江区消防救援大队	35	25	5	30	四级站
2		利川分输压气站	利川市消防救援大队	12.5	30	7	25	四级站
3		野三关压气站	巴东县消防救援大队野三关中队	9	23	6	18	四级站
4		潜江分输压气站	潜江市消防救援大队	12	20	8	12	四级站
5		恩施分输清管站	恩施市消防大队	42	23	5	45	五级站
6		宜昌分输清管站	宜昌市公安消防支队	4.7	23	4	9	五级站
7	牟家坪老翁场储气库支干线	牟家坪首站	长宁县消防救援大队	15	16	3	20	五级站
8		老翁场接收站	长宁县消防救援大队	16	26	3	27	五级站
9	大英-安岳-铜梁支干线	大英首站	大英县消防大队	25	70-80	12	45	五级站
10		安岳分输站	安岳县消防大队	45	70	11	80	五级站
11	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站	渝北区消防大队	35	21	5	25	五级站
12		大盛站	古路镇专职消防队	22	10	2	12	五级站
13	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站	长寿区消防大队	30	20	6	20	五级站
14		云台站	云台镇专职消防队	3	10	2	5	五级站

2.2.10.3 消防给水系统

本工程利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站、垫江压气站为四级站，设消防给水系统，其它各五级站场和阀室不设消防给水系统。

利川分输压气站、潜江分输压气站、野三关压气站 3 座站场站消防给水系统设计秒流量为 40L/s，消防设计压力为 0.60MPa，各站内采用临时高压消防给水系统，系统由消防水罐 1 座(V 有效 440m³)1 座、地上式消防泵房 1 座、1 台电动消防泵(主泵，Q=40L/s，H=60m)、1 台柴油消防泵(备用泵，Q=40L/s，H=60m)、1 套消防稳压装置(Q=2L/s，H=55m)、消防给水管网、室内外消火栓以及阀门等组成。

垫江压气站消防给水系统设计秒流量为 45L/s，消防设计压力为 0.60MPa。站内采用临时高压消防给水系统，系统由 1 座消防水罐(V 有效 486m³)、1 座地上式消防泵房、1 台电动消防泵(主泵，Q=45L/s，H=60m)、1 台柴油消防泵(备用泵，Q=45L/s，H=60m)、1 套消防稳压装置(Q=2L/s，H=55m)、消防给水管网、室内外消火栓以及阀门等组成。

大英首站消防给水系统设计秒流量为 40L/s,消防设计压力为 0.60MPa。站内采用临时高压消防给水系统，系统由 1 座 500m³ 消防水罐、1 座地上式消防泵房、1 台电动消防泵(主泵，Q=40L/s，H=0.6MPa)、1 台柴油消防泵(备用泵，Q=45L/s，H=60m)、1 套消防稳压装置(Q=1.5L/s，H=0.6MPa)、消防给水管网、室内外消火栓以及阀门等组成。

2.2.10.4 移动灭火器材

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的相关规定，沿线各输气站场及阀室对可能发生火灾的各类场所，根据其火灾危险性、区域大小、火灾类型等实际情况，分别设置一定数量、不同类型、不同规格的移动式灭火器材，以扑灭初期零星火灾。

A 类火灾场所选择磷酸铵盐干粉灭火器。B 类火灾场所选择泡沫灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器或磷酸铵盐干粉灭火器。极性溶剂的 B 类火灾场所选择灭 B 类火灾的抗溶性灭火器。C 类火灾场所选择磷酸铵盐干粉灭火器。E 类火灾场所选择磷酸铵盐干粉灭火器或二氧化碳灭火器，但不得选用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器。

2.2.11　通信工程

2.2.11.1　光缆线路工程

本工程光缆线路采用与输气管道同沟敷设的方式，与主管道同沟敷设一根硅芯管，光缆的敷设位置一般位于管道输气前进方向右侧。

2.2.11.2　光通信系统

本工程管道光通信系统利用本工程新建光缆中的光纤，传输各类业务数据。光传输系统接入层选用工业以太网交换机组网。

本工程在各站场以及 A 类监控阀室新建 STM 光传输设备、工业以太网交换机等设备。

2.2.11.3　其他

1)　备用通信系统

本工程各工艺站场的 SCADA 业务上传北京主控中心的备用通信方式采用 VSAT 卫星通信，新建站场均新建 VSAT 卫星端站，潜江分输压气站采用已建 VSAT 卫星通信作为备用。

各工艺站场的 SCADA 业务上传廊坊备控中心的备用通信方式采用租用公网电路。

2)　话音交换系统

本工程在新建有人值守站场设置综合接入设备(IAD)和 5 部 IP 可视电话，其中 2 部 IP 可视电话机作为各有人值守站场与国家管网油气调控中心的话音通信，其余 3 部 IP 可视电话机作为调度电话。根据所属管理分公司不同，通过光传输系统的传输通道分别接入西气东输公司上海生产中心或西南分控中心已建软交换系统。各有人值守站场通过引接公网 2 线模拟中继接入 PSTN，IAD 具有断电逃生即故障逃生的功能，以保证当光通信传输系统出现故障或断电时，站内仍能与外界调度、行政话音通信的畅通。

无人值守站设置 2 部 IP 可视电话,A 类监控阀室设置 1 部可视 IP 电话，作为调度电话，IP 可视电话直接与 SDH 光传输设备的以太网接口板连接。

2.2.12　供配电

根据相关设计规范，管道沿线各压气站、分输清管站电力负荷均为二级负荷，监控阀室为三级负荷。站场与阀室内的自控系统、通信系统，站场内的机组应急润滑系统、应急照明等负荷为重要负荷。

2.2.12.1　供电方案

1）　站场供电

(1)　铜梁-潜江段干线站场供电

垫江压气站一期工程主供电源由10kV杠龙线新花支线“T”接，并设置45kW柴油发电机组作为备用电源。二期工程双回电源拟引自当地变电站。

利川分输压气站、潜江分输压气站双回110kV电源分别引自当地变电站。

野三关压气站一期工程依托川气一线野三关压气站，二期工程双回110kV电源引自当地变电站。

宜昌分输清管站依托川气一线宜昌压气站。恩施分输清管站依托川气一线恩施输气站，站内设置45kW柴油发电机作为备用电源。

(2)　牟家坪老翁场储气库支干线站场供电

牟家坪首站、老翁场接收站采用一路10kV外电源供电，并设置柴油发电机组作为备用电源，发电机组的容量能够满足站内供电要求。

(3)　大英-安岳-铜梁支干线站场供电

大英首站：一期主供电源拟由10kV莱天线天保村4B支线004#杆”T”接，站内设置30kW柴油发电机组作为备用电源。二期增压采用2路 110kV电源供电，根据调研资料及供电公司推荐，分别引自220kV石门变电站和110kV温家坪变电站，线路长度分别约为9.6km和9km，送电线路型号为LGJ-240。对站场内自控、通信系统等重要负荷，采用不间断电源(UPS)供电，UPS为2x40kVA，后备时间1.5h。

安岳分输站：主供电源拟由10kV仁线人和学新村9社支线2#杆”T”接，站内设置开关电源作为应急电源。

(4)　铜锣峡储气库支干线站场供电

铜锣峡首站、大盛站主供电源均由附近线路“T”接，经站外杆上变电站后采用低压电缆埋地引入站内橇装机柜间动力柜。站内设置45kW户外柴油发电机作为备用电源。

(5)　黄草峡储气库支干线站场供电

黄草峡首站毗邻维抢修中心，供配电依托维抢修中心供配电系统，另设置不间断电源(UPS)装置作为应急电源；

云台站主供电源拟由10kV云安线“T”接，经站外杆上变电站后采用低压电缆埋地引入站内橇装机柜间动力柜，站内设置45kW户外柴油发电机作为备用电源。

2) 阀室供电

铜梁-潜江段干线4座A类阀室(12#阀室、21#阀室、39#阀室、48#阀室)采用10kV市电加杆上变压器台方式供电。49#阀室采用川气一线荆州输气站低压电源供电。其余阀室均采用太阳能供电。

牟家坪老翁场储气库支干线沿线设置的3座阀室均为B类监控阀室，采用独立离网光伏发电+蓄电池的供电方案，并预留连接柴油发电机的交流输入端口以进一步提高供电可靠性。

大英-安岳-铜梁支干线DAT2#阀室/DAT3#阀室采用太阳能光伏电源。DAT1#阀室主供电源拟由10kV东三线双柏树村公社支线01#杆”T”接，站内设置开关电源作为应急电源。DAT4#阀室主供电源拟由10kV小汇线38-6#杆”T”接，站内设置开关电源作为应急电源。

铜锣峡储气库支干线阀室、黄草峡储气库支干线阀室采用太阳能光伏电源供电，蓄电池后备时间按6天考虑。

2.2.12.2 变配电方式

1) 铜梁-潜江段干线站场

垫江压气站二期、利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站分别新建一座110kV变电所进行配电。

2) 牟家坪老翁场储气库支干线站场

牟家坪首站、老翁场接收站均在站外设置1台10/0.4kV杆上变压器，站内设置撬装化发电机机组1套，另于撬装设备间内设置UPS1套。

3) 大英-安岳-铜梁支干线站场

大英首站：设置10/0.4kV箱式变电站一座，单回10kV架空T接线路至终端杆后改用电缆引入。设置橇装柴油发电机组一座。站内设置橇装机柜间，机柜间设有UPS和电气配电柜及UPS电池组。

安岳分输站：设置10/0.4kV杆上变压器一座，站内设置橇装机柜间，机柜间内设置开关电源及电池组，机柜间辅助电源采用AC380/220电源供电。

4） 铜锣峡储气库支干线站场

铜锣峡首站、大盛站设置10/0.4kV杆上变压器一座，站内设置橇装机柜间，机柜间内设置开关电源及电池组，机柜间辅助电源采用AC380/220电源供电。

5） 黄草峡储气库支干线站场

黄草峡首站低压开关柜及UPS装置设置在橇装机柜间内，0.4kV侧为单母线接线型式。

云台站设置10/0.4kV杆上变压器台1座，站内内设置橇装机柜间，电力、仪表、通信机柜等集中布置在橇装机柜间内。

2.2.13 维抢修

本工程干线维抢修依托新建重庆维抢修中心、新建武汉应急救援中心和已建宜昌应急抢修队。牟家坪老翁场储气库支干线、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线管道维抢修均依托重庆维抢修中心，不再单独设置维抢修机构。

重庆维抢修中心包含在本项目铜梁-潜江段干线工程里，拟选址重庆市，与本工程干线同步建设。

新建武汉应急救援中心由川气东送二线东段工程整体考虑，不在本工程范围之内。

鉴于已建宜昌应急抢修队缺乏与拟建管道配套的维抢修设备，拟为宜昌维抢修队增配部分机具、设备。

2.2.14 占地

2.2.14.1 永久占地

拟建工程永久用地总计159.34hm^2，其中站场用地51.86 hm^2 ，阀室用地24.06 hm^2。

2.2.14.2 临时占地

拟建工程临时用地总计3561hm^2，其中，四川省392hm^2，重庆市1240hm^2，湖北省1929hm^2。

2.2.15 组织机构及定员

2.2.15.1 组织机构

拟建工程由国家管网西南管道公司、西气东输公司分段负责运营管理，

暂考虑川渝段由西南管道公司管理，湖北段由西气东输公司管理。西南管道公司新成立川气东送二线川渝分公司下设内江、铜梁、垫江作业区，分别负责四川段、重庆段运营管理，湖北段由西气东输公司武汉分公司管理。具体组织机构及作业区方案及投资由西南管道公司、西气东输公司单独上报、审批，不在本次上报范围之内。

表 2.2-33　区域管理公司设置情况

序号	所属管线		管理公司	下属管理处	管辖站场
1	铜梁-潜江段干线	重庆段	西南管道公司川气东送二线输气公司	垫江作业区	垫江压气站
2		湖北段	西气东输公司	武汉分公司	利川分输压气站
3					恩施分输清管站
4					野三关压气站
5					宜昌分输清管站
6					潜江分输压气站
7	牟家坪老翁场储气库支干线	四川段	西南管道公司	重庆分公司	牟家坪首站、老翁场接收站
8	大英-安岳-铜梁支干线	四川、重庆段	西南管道公司	重庆分公司	大英首站、安岳分输站
9	铜锣峡储气库支干线		西南管道公司	重庆分公司	铜锣峡首站、大盛站
10	黄草峡储气库支干线				黄草峡首站 云台站

2.2.15.2　定员

拟建工程全线采用SCADA系统，实行集中控制、站控、就地控制三级控制方式，自动化水平高。为了保证运行管理的可靠性，本工程定员原则为：在人员配备上以高素质、低定员为主导思想，坚持人员精简、后备充足、运转灵活的原则。清管站考虑无人值守，由各区域管理中心派维修人员巡检及操作。

铜梁-潜江段全线站场新增定员102人，四条支干线均不新增定员，重庆维抢修中心定员48人，合计150人，具体见表2.2-34。

表 2.2-34　拟建管道权限定员情况

序号	管线	站场	定员(人)	备注
1	铜梁-潜江段干线	垫江压气站	20	设置原则：暂按有压缩机的站场定员20人，分输清管站考虑依托川一线站场进行区域化管理，不新增定员。各代管站适当增加定员。 1)垫江压气站代管垫江末站、长寿末站、黄草峡首站、铜锣峡首站； 2)野三关压气站代管巴东末站。
2		利川分输压气站	20	
3		恩施分输清管站	0	
4		野三关压气站	22	
5		宜昌分输清管站	0	
6		潜江分输压气站	20	

7	牟家坪老翁场储气库支干线	牟家坪首站	0	无人值守，日常看护人员 1 人
8		老翁场接收站	0	无人值守，日常看护人员 1 人
9	大英-安岳-铜梁支干线	大英首站	20	大英首站增压后定员 20 人。
10		安岳分输站	0	无人值守，日常看护人员 1 人
11	铜锣峡储气库支干线	铜锣峡首站	0	无人值守站。日常看护 1 人 铜锣峡首站、黄草峡首站均由垫江压气站代管。
12		大盛站	0	
13	黄草峡储气库支干线	黄草峡首站	0	
14		云台站	0	
15	重庆维抢修中心		48	
合计			150	

3 工程分析

工程建设对环境的影响可以从施工期和运行期两个阶段来考虑。施工期对环境的影响主要表现为各种施工活动对生态环境的影响；运行期对环境的影响主要是各站场排污，如生活污水、生活垃圾、站场无组织排放的烃类气体、冷排天然气、压缩机等设备运行产生的噪声等对环境的影响。

3.1 施工期环境影响分析

3.1.1 施工过程分析

管道施工一般由线路施工和站场施工组成，整个施工过程由具有相应施工机械设备的专业化施工队伍完成。管道施工过程见图 3.1-1，其过程概述如下：

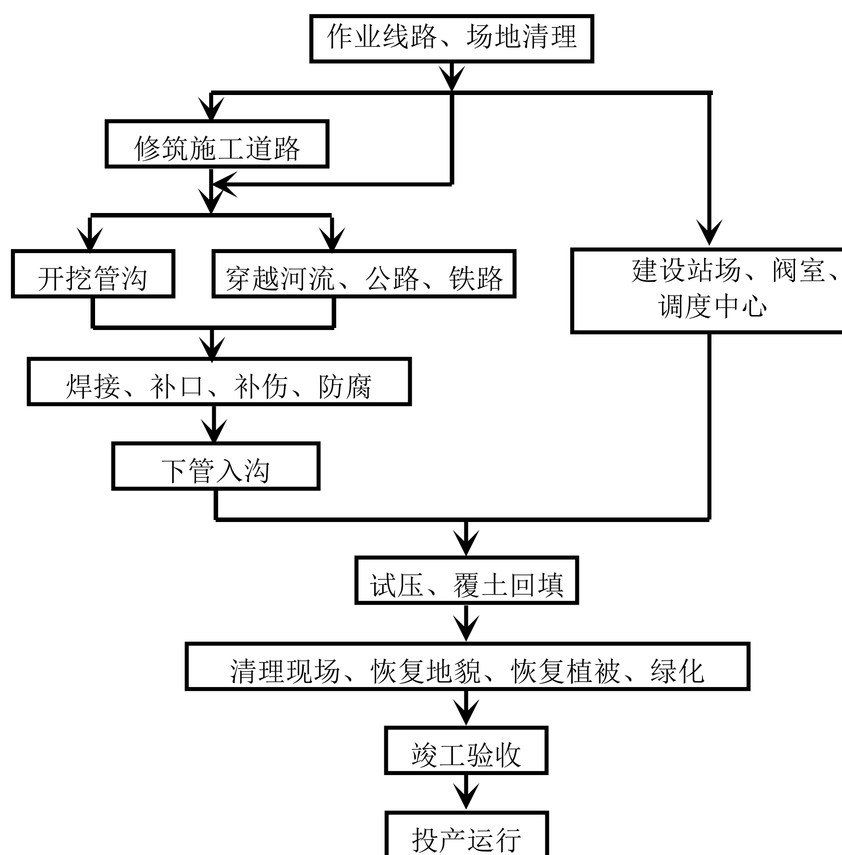


图 3.1-1 管道建设施工过程

1) 在线路施工时，首先要清理施工现场，并修建必要的施工道路(以便施工人员、施工车辆和各种材料等进入施工场地)；在完成管沟开挖、铁

路、公路穿越、河流穿越等基础工作以后，按照施工规范，将运到现场的管道进行焊接、补口、补伤、防腐处理，然后下到管沟内。

2) 建设工艺站场时，首先要清理场地，然后安装工艺装置，并配套建设相应的辅助设施。

3) 以上建设完成以后，对管道进行分段试压，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌和地表植被。

3.1.2 施工期环境影响分析

从管道施工过程可以看出，施工期对环境的影响主要来自管沟开挖、施工便道建设活动中施工机械、车辆和人员践踏等对土壤的扰动和植被的破坏；工程占地对土地利用类型以及农、林业生产的影响；河流、沟渠等穿越工程对地表水体质量和水体使用功能的影响；隧道穿越工程产生的弃渣可能引起的水土流失等。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水、施工人员的生活污水等，也将对环境产生一定的影响。

3.1.2.1 生态环境影响分析

1) 施工作业带清理、管沟开挖和道路建设的影响

管道工程施工过程中的作业带清理、施工便道的建设以及管沟开挖作业总是同时进行的，在此期间所产生的渣土可以互相利用，其对生态环境的影响也大致相同。但是，不同地貌区段的施工活动所产生的影响也不尽相同。

(1) 施工作业带清理、管沟开挖

管道施工前，首先要对施工作业带进行清理和平整，以便施工人员、车辆和机械通行，然后才能进行管沟开挖作业。管径 D1219mm 一般段管道作业带宽度为 28m，经济作物、林地等作业带宽度为 26m。管径 D914mm 管道一般施工作业带宽度为？m，经济作物、林地、水源地保护区等作业带宽度为？m。管径 D711mm 管道一般施工作业带宽度为 18m，经济作物、林地、水源地保护区等作业带宽度为 16m。

工程经过的四川(牟家坪老翁场储气库支干线、大英-安岳-铜梁支干线四川段)、重庆(铜梁-潜江段干线重庆段、大英-安岳-铜梁支干线重庆段、铜锣峡储气库支干线、黄草峡储气库支干线)，以及湖北(铜梁-潜江段干线

湖北段)地貌以浅丘和缓丘为主，地势有一定起伏，局部分布林地，主要为公益林。由于管道沿线的丘陵和缓丘海拔不高，施工均采用开挖沟埋的方式。施工过程中会对地表植被造成破坏，管线穿越林地段施工作业带范围内的植被将会被全部清除，且施工结束后管线中心线两侧各 5m 范围内将不得种植深根性植物，因此施工结束后，将形成一条 10m 左右宽的廊带。

开挖管沟是施工期对生态环境影响的最主要活动。本管道主要采用沟埋方式敷设，管沟开挖及布管实景见图 3.1-2。

施工中整个施工作业带范围内的土壤和植被都会受到扰动或破坏，尤其是在管沟两侧约 5m 的范围内，植被破坏严重；开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。管道线路施工中，敷设管道过程将会因置换而产生一部分弃土方，这些弃土将会对生态环境产生一定的影响，此外山区段施工作业带平整也将产生弃石方，弃土石倘若堆放不当，则容易引发水土流失。



图 3.1-2 国内同类工程管线开挖实景图片

(2) 施工道路建设

施工便道建设是管道施工期间对生态环境产生影响的主要活动之一。

该过程常会破坏表层土的土壤结构和理化性质、毁坏植被和破坏动物的生存环境等。因此，施工过程中要尽量充分利用现有道路(包含乡村路)，对于无乡村道路至管线位置的部分地段，可以在适当位置临时修筑一定长度的施工便道来满足施工要求。

本工程不设伴行道路，只设施工便道，分为新建施工便道和整修施工便道，新建施工便道进行临时征地，整修施工便道在现有乡村土路基础上修整，不征地。本工程新建施工便道 129.24km，整修便道 303.64km，干线与各支干线施工便道设置情况见表 2.2-21。

2) 管道穿越工程的影响

本管道的穿越工程包括山岭隧道穿越、河流、公路、铁路、沟渠和冲沟穿越。根据本工程总说明书描述，铜梁-潜江段干线清江(恩施市)穿越将采用钻爆隧道方式施工，其它大、中、小型河流穿越将采用大开挖、定向钻或顶管的方式施工，公路穿越均采用顶管加套管或开挖加套管的方式施工，铁路穿越采用顶管和铁路箱涵的方式施工。穿越工程将会对穿越点附近的生态环境产生一定的影响。

(1) 山体隧道穿越

本工程沿线需新建 68 条山体隧道。隧道建设期间需要修建引道路基与施工便道、开挖洞口边坡以及就地取材开采建设用的石料，这些工程都需要开挖山体。对山体的扰动，有可能引发滑坡、崩塌等地质灾害，还会损害原有植被，破坏自然环境。

隧道开挖中产生的大量弃渣如果堆积处理不当，将占用土地资源，破坏原有地貌，遇暴雨还可能引发泥石流，造成水土流失。隧道的建设材料及弃渣主要依靠汽车运输，因此，车辆会对运输沿线产生扬尘污染，如果管理不善，还将在运输沿线产生抛洒、泄漏等影响环境的现象。施工过程中产生的生产废水和生活污水如果不加处理随意排放，将污染周围地表水或地下水体。

在地下水发育地区，隧道的开挖有可能破坏地下水径流，造成周围地下水位下降，阻隔地下水体的运移从而破坏山顶的生态环境。隧道施工中如发生塌方冒顶，或在地表产生裂缝，隧道发生涌水，进而影响隧道顶地表的自然环境。

(2) 钻爆隧道穿越河流

铜梁-潜江段干线河流隧道穿越工程主要采用钻爆隧道方式。隧道内按架空方式敷设 1 根 D1219mm 输气管道，管道隧道内敷设方式详见图 3.1-3。

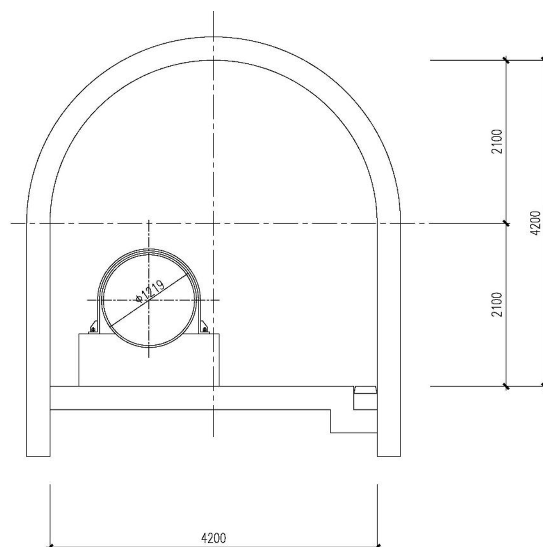


图 3.1-3 隧道内管道布置型式图

隧道洞身断面考虑满足管道安装、焊接、排水、维护、施工等空间要求，综合考虑施工机械、运输、通风等因素，结合本隧道工程地形地质条件以及建设单位的意见拟采用直墙-圆拱型断面净空断面。隧道等级按 1 级考虑，使用年限为 100 年。隧道防水等级为四级，混凝土抗渗等级不低于 P6。本隧道结构衬砌采用复合式衬砌(初期支护+喷锚衬砌)。

(3) 定向钻穿越河流

定向钻穿越是目前较为常见的技术方法，是应用垂直钻井中所采用的定向钻技术发展起来的，主要包括钻机、动力源、泥浆系统、钻具、控向测量仪器及重型吊车、推土机等辅助设备。其穿越施工场地要求较大，一般场地长度应满足穿越管段的组装要求，对运输车辆和道路也有一定的要求。一般定向钻施工的出、入场地平面布置见图 3.1-4～图 3.1-5。

定向钻穿越施工方法是先用定向钻机钻一导向孔，当钻头在对岸出土后，撤回钻杆，并在出土端连接一个根据穿越管径而定的扩孔器和穿越管段。在扩孔器转动(配以高压泥浆冲切)进行扩孔的同时，钻台上的活动卡

盘向上移动，拉动扩孔器和管段前进，使管段敷设在扩大了的孔中，详见图 3.1-6～图 3.1-8。

定向钻穿越可常年施工，不受季节限制；工期短，质量好，不影响河流通航和防洪，可保证埋深；对水生生物和河流水质均不会造成影响。但定向钻施工也会产生一些环境问题，主要包括施工场地的临时占地、施工现场的钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生废弃泥浆和钻屑。施工所用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)、Na_2CO_3，呈弱碱性。钻屑和废弃泥浆一旦进入水体会使河水中悬浮物显著升高，其他影响较小。对废泥浆的处置一般采用异地自然干化后覆土掩埋恢复种植的方法；对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。



图 3.1-4　入土场地示意图

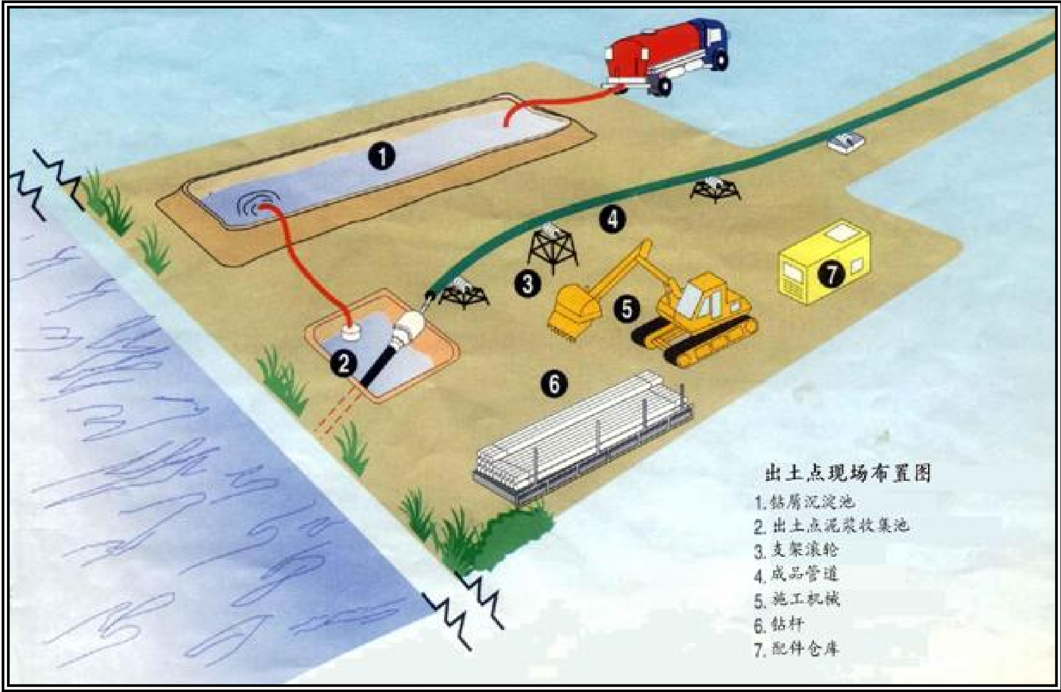


图 3.1-5　出土场地示意图

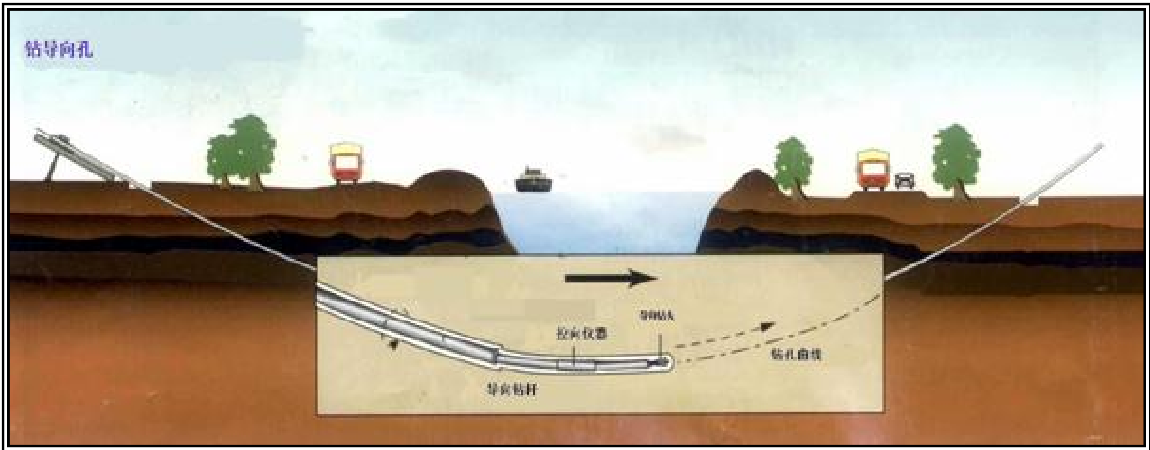


图 3.1-6　钻导向孔示意图

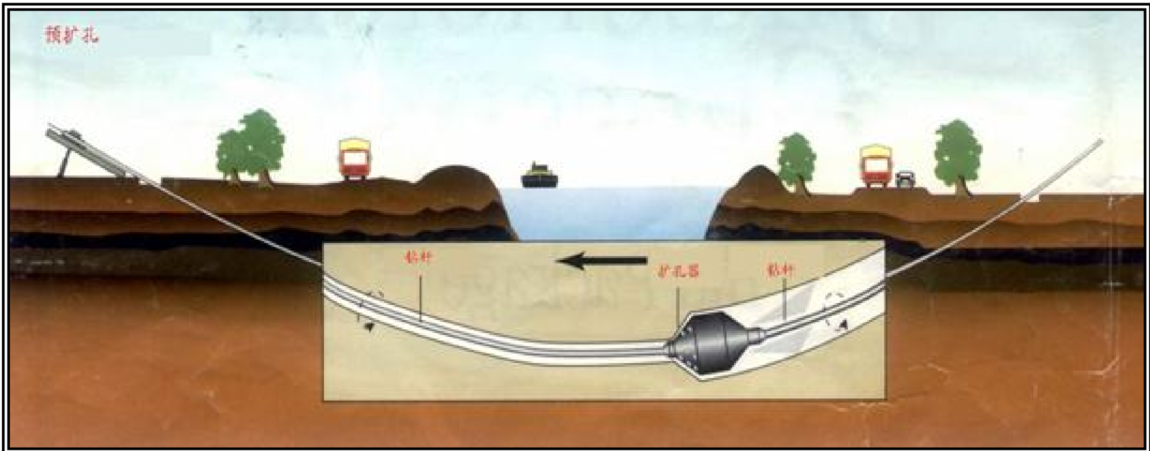


图 3.1-7　预扩孔示意图

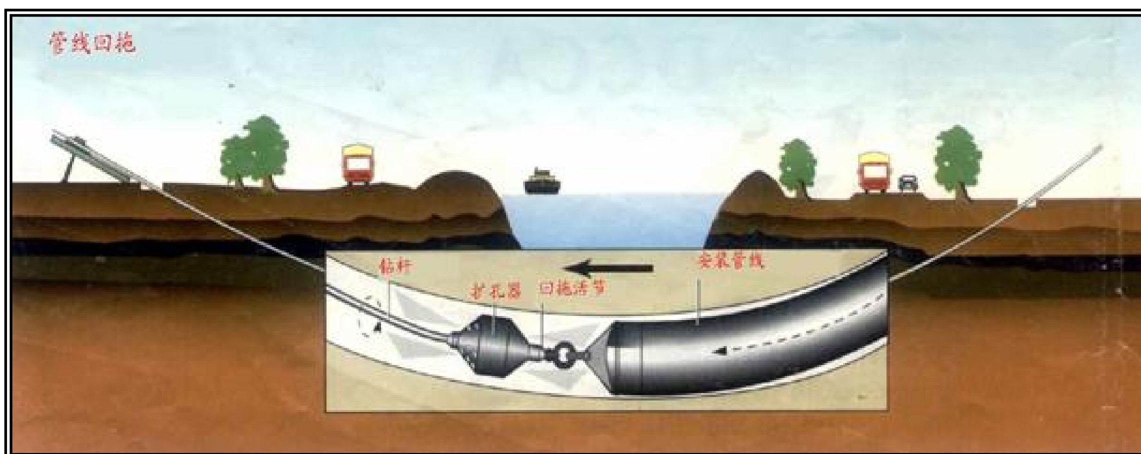


图 3.1-8　管线回拖示意图

(4)　一般线路段大开挖穿越河流施工流程及示意

开挖方式适合于河水较浅，水流量较小，河漫滩较宽阔，管沟开挖成沟容易，河床底层较稳定的河流。

大开挖施工作业一般选在枯水期进行，枯水期施工无需导流、围堰和降水等措施。若确需在有水时施工，需采取围堰导流方式施工(见图 3.1-9～3.1-11)：

① 首先开挖导流渠，其横断面根据河水流量情况确定。

② 完成导流沟开挖后，立即进行围堰施工，围堰形式可以采用草袋围堰、草土围堰、竹笼围堰等，根据穿越地段的土质情况、管道埋深和河流流向，确定河流上游和下游两道围堰之间的距离，围堰尺寸分别为：顶宽 3～5m，坡度为 1：1～1：1.5，堰高应高于河面 1m～1.5m。

③ 考虑到坝的防渗功能，可在两条坝的迎水面上用无纺布作防渗层。

④ 在完成围堰施工后，立即采用水泵进行抽水，将上、下游堰体内的积水排到堰外。

⑤ 开挖管沟，并进行管道焊接、安装施工：采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在河流最大冲刷层以下 1m。

⑥ 最后进行管沟回填(回填物由下至上由细到粗，两岸陡坡设浆砌块石护岸)、围堰拆除、导流沟回填，恢复原貌。并需通过环保、水利等相关部门现场验收。

其中围堰拆除要求为：管沟回填完成后，先拆除下游围堰，并将围堰

土推到河岸边缘，然后拆除上游围堰，上游围堰宜用单斗采用后退方法进行拆除，将堰体土用于回填导流沟，或根据环保或水利部门要求外运或另行处理。开挖方式施工工艺简单、工期短。仅施工时对河道和环境有影响，完工后恢复原貌后，可消除影响。

大开挖穿越河流的影响主要表现为增加河水的泥沙含量，进而增加河水的悬浮物含量，从而影响河水水质；管沟回填后，多余的土石方处置不当，有可能会造成水土流失或阻塞河道。

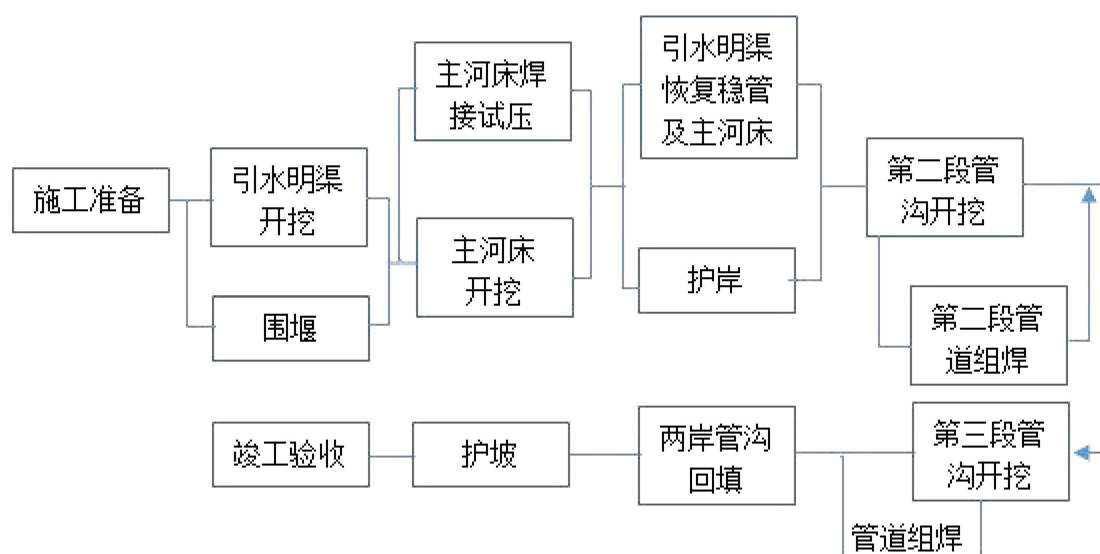


图 3.1-9　大开挖(围堰导流)穿越河流施工流程

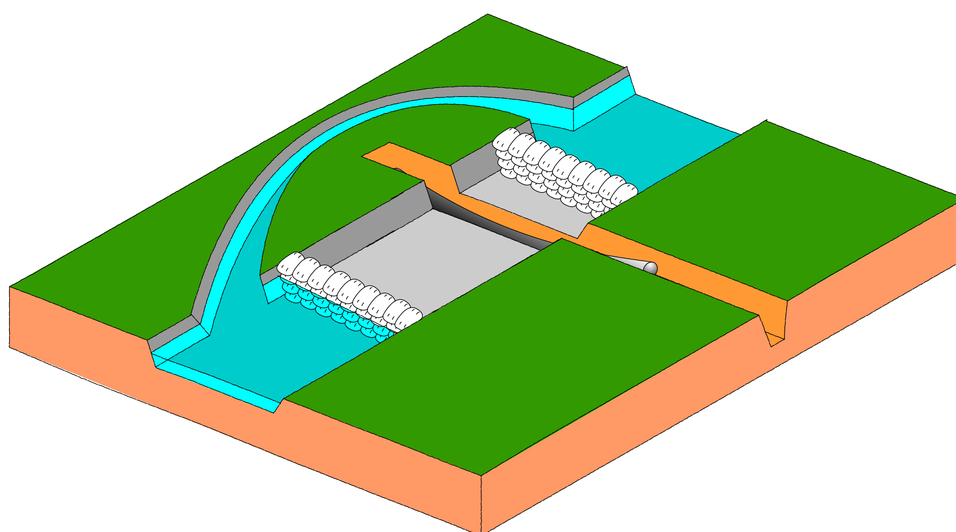


图 3.1-10　大开挖(围堰导流)穿越河流示意图

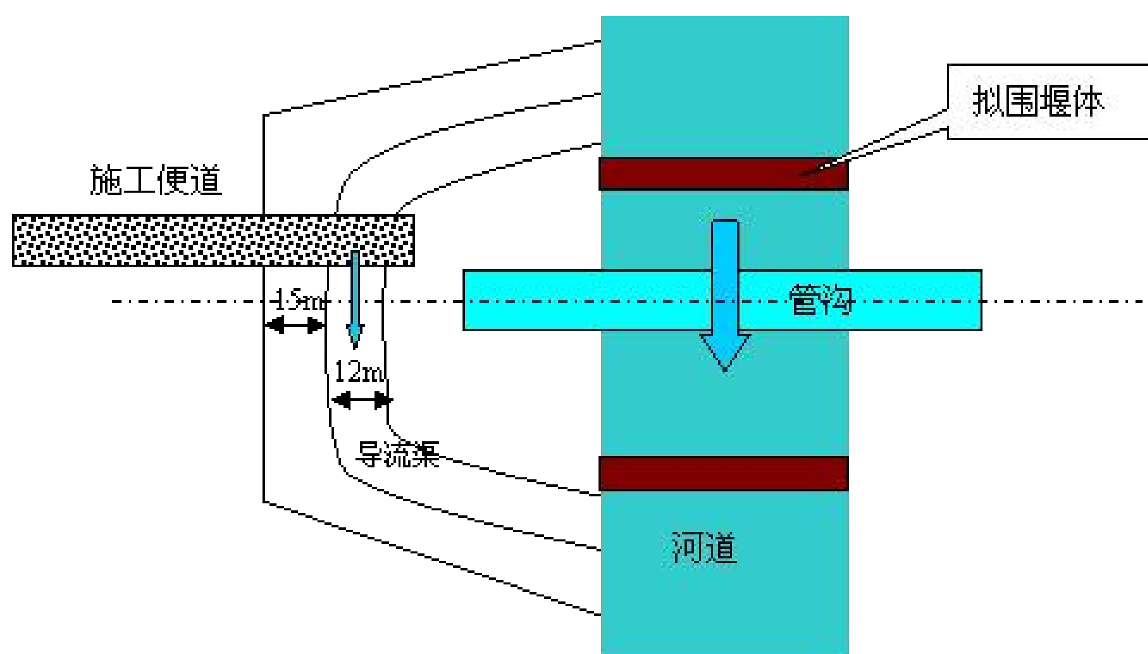


图 3.1-11　围堰导流开挖河道施工平面布置

(5)　公路穿越

管道沿线乡道以上公路均作为交通主干道使用，乡道以上公路穿越均采用顶管方式，其中公路桥下穿越采用开挖+套管/盖板的方式，乡村级水泥或沥青路面，根据路面宽度，通行车辆类型及通行量，选用开挖+套管/盖板涵/盖板形式穿越，对于其他乡村道路和机耕路等，主要为砂石路面或土路，根据道路宽度、交通量和可能通行的车辆载重，采取适当的保护措施，如加大埋深或铺设盖板方式。

顶管法可分为一般顶管和泥水平衡顶管，一般顶管法施工是在地下工作坑内，借助顶进设备的顶力将管道逐渐顶入土中，并将阻挡管道向前顶进的土壤，从管内用人工或机械挖出。这种方法比开槽挖土减少了大量的土方，并节约施工用地，特别是要穿越建筑物时，采用此法更为有利。施工中除产生少量的弃土外，对环境影响不大。穿越低等级公路时，采用大开挖方式施工，将造成短时交通影响和产生少量弃土。

泥水平衡式顶管以泥水压力来平衡土压力和地下水压力，又以泥水作为输送弃土介质的机械自动化顶管施工法。泥水平衡顶管系统主要由顶管机头、地面操作台及其他辅助设备组成，机头内部有 PLC 控制箱，地面操作台队机头给出动作信号控制机头的动作。排泥系统将弃土排除，吊车下

管，由千斤顶将管道分段顶进。随着工具管的推进，刀盘在不断转动，进泥管不断供泥水，排泥管不断将混有弃土的泥水排出泥水舱。顶管穿越方式施工平面布置图见图 3.1-12，一般顶管施工工艺见图 3.1-13，泥水平衡顶管施工工艺见图 3.1-14。

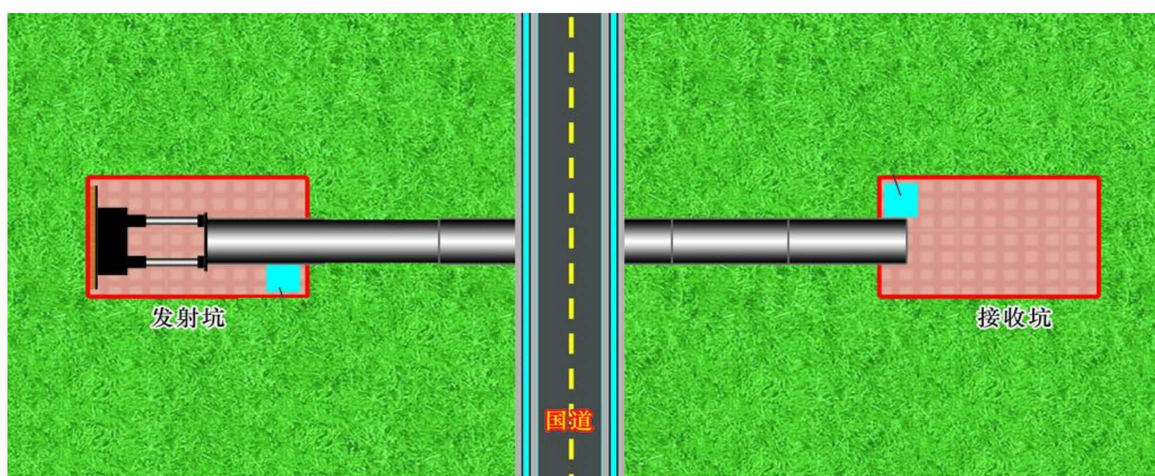


图 3.1-12　顶管穿越公路平面布置示意图

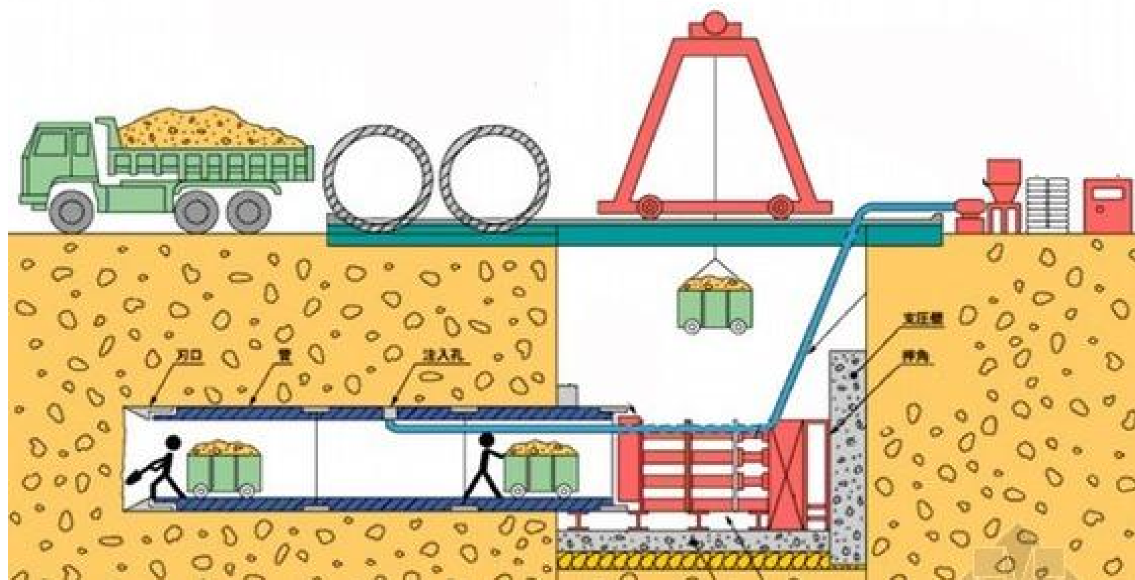


图 3.1-13　一般顶管施工工艺示意图

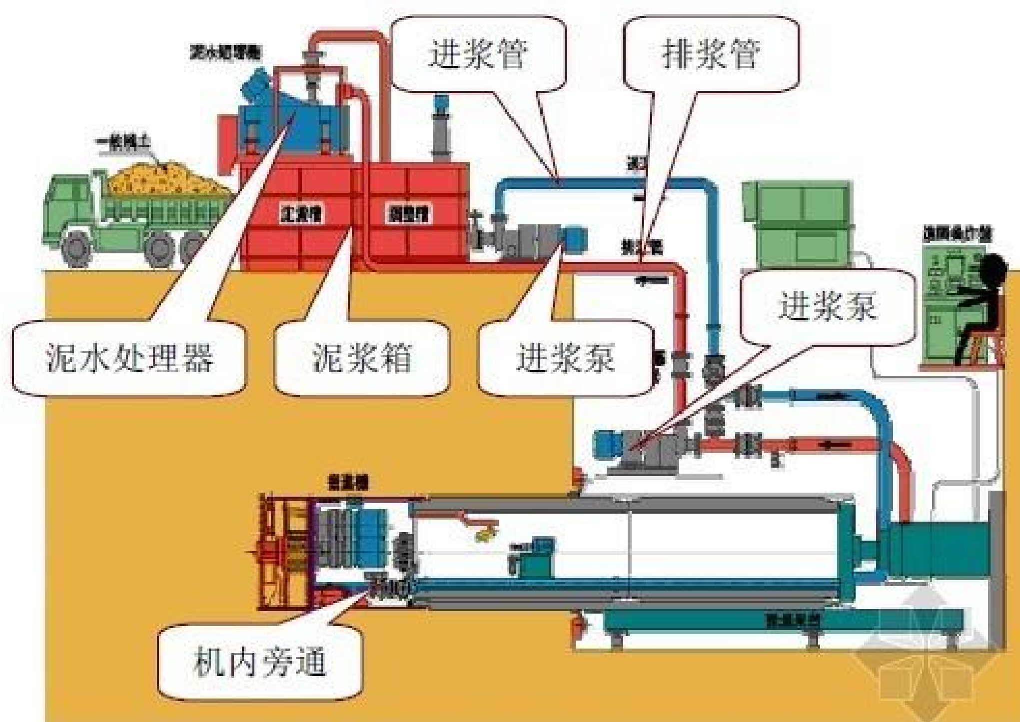


图 3.1-14　泥水平衡法顶管施工工艺示意图

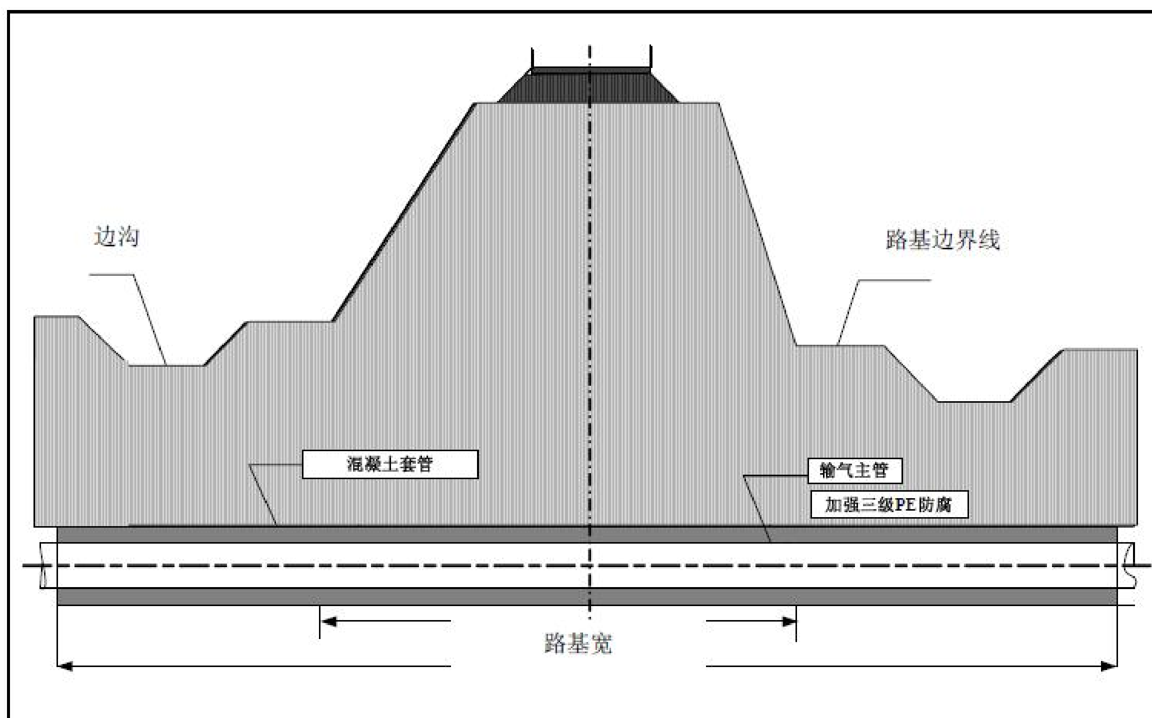


图 3.1-15　管线铁路穿越示意图

(6)　铁路穿越

铁路穿越采用顶进箱涵穿越、顶进钢筋混凝土套管穿越或桥下开挖穿

越方式。

顶管方法施工(见图 3.1-15)，顶进套管穿越铁路时，采用填充套管方式，填充物可采用砂或泥浆等材料。工程主要产生少量的多余土方，可以平铺撒在周边地面上，对环境影响不大。

3） 工程占地

工程占地分为永久占地和临时占地，其中临时性占地主要用于施工时管道的埋设、堆料场以及施工便道的建设；永久性占地主要用于新建的站场和阀室、隧道及顶管穿越的竖井井口、线路三桩占地等。占地类型主要为耕地、林地、草地等。永久占地将改变土地利用性质，对环境产生一定的影响。临时占地在施工期将会对环境产生影响，工程结束后对临时占地进行生态恢复，可以将其对环境的影响降至最低。

4） 施工营地

管道工程施工便道及施工场地大部分位于施工作业带内，在距离集中居民区较近的施工段原则上不设置办公、住宿设施，就近租用民房。

经调查，本工程穿越敏感区段及其它一般线路段均有就近的村庄和居民区可以依托。因此，工程施工过程中一般线路不设临时施工营地，隧道穿越段施工营地不得设置在水源保护区内，根据隧道工程施工特殊需要，现场可设置办公值守等临时房屋。

根据以往经验，租用民房不设置施工营地的，施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，施工期生活污水对沿线环境的影响比较小。

3.1.2.2 水环境影响分析

1） 管道试压

管道工程清管、试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压，可重复利用，试压用水重复利用率可达 80%以上。本管道工程各管段清管试压最大用水量约为 30981m^3，则试压废水排放量约为 6196m^3，主要污染物为悬浮物(≤70mg/L)，沉淀处理后回用于道路洒水或选择合适的地点排放。试压废水禁止排放至具有饮用水功能的地表水体。

2） 施工生活污水

施工人员生活污水产生量按 75L/人•日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据西二线西段施工过程类比调查，一般地段管

线施工生活污水、COD和氨氮排放量分别为26m^3/km、7.8kg/km和0.78kg/km，则本工程一般地段生活污水产生量为30102m^3,COD排放量为9030kg,氨氮排放量903kg。施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，局部排放量很小。

3） 隧道施工排水

隧道施工会产生一定量的渗水、涌水，主要污染物为悬浮物。隧道渗水、涌水经洞口沉淀池、收集、处理后回用于施工或场地降尘洒水，多余部分经监测合格后可排入附近沟渠，禁止向Ⅱ、Ⅲ类水体直接排放。

3.1.2.3 环境空气影响分析

1） 施工废气

管线在顶管穿越、定向钻穿越、隧道等大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将产生燃烧烟气(主要污染物为SO_2和NO_x等)，但是施工现场处在有利于废气扩散的野外，同时废气污染源具有间歇性和流动性，对局部地区的环境空气影响较轻。

2） 施工扬尘

施工扬尘主要产生于站场建设、阀室建设、钻爆隧道、场地清理、地面开挖、填埋、土石方堆放以及车辆运输过程。施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大，随着风速的增大，施工扬尘的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。

汽车运输也会产生扬尘污染，其扬尘量、粒径大小等与多种因素相关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量和天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快，其影响范围主要集中在运输道路两侧，如果采用硬化道路、道路定时撒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

3.1.2.4 声环境影响分析

本工程施工期噪声主要为施工机械和车辆噪声，以及钻爆隧道的爆破噪声。

1） 施工机械和车辆噪声

施工过程中的噪声主要来自施工机械、设备和运输车辆。目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、吊管机、各类电焊机、柴油发电机组等。各种施工机械及车辆的噪声情况参见表 3.1-1(表中数值为某输气管道施工现场测试值)。

表 3.1-1　管道工程施工机械噪声类比值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98

由于管道属于线性工程，局部地段的施工周期较短，施工期噪声只是短时间对局部环境产生影响。

2)　钻爆噪声

本工程多处钻爆隧道，根据类比调查，钻爆隧道噪声值约 90dB(A)。

3.1.2.5　固体废物环境影响分析

施工期产生的固体废物主要来源于管沟开挖、管道穿跨越工程、焊接、防腐等过程产生的施工废料、废弃泥浆、工程弃土、弃渣和施工人员产生的生活垃圾。

1)　施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土、废土石料等。根据类比调查，施工废料的产生量约为 0.2t/km，本工程施工过程产生的施工废料量约为 232t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。

2)　生活垃圾

根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为 380kg/km，新建

管道长 1157.76km，则一般线路生活垃圾产生量约 440t。在采用钻爆隧道施工时，生活垃圾的产生量为 5500kg/km。本工程新建隧道长约 83.5km，产生垃圾约 459t。总体上，施工期施工人员产生的生活垃圾约为 899t，这些垃圾经收集后，送至指定地点填埋处理。

3) 废弃泥浆

本项目大、中型河流穿越主要采用隧道、定向钻等技术。定向钻施工需使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量 Na_2CO_3，施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆(约为泥浆总量的 40%)，经当地环保部门的允可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中或拉运至指定地点填埋，上面覆土，保证恢复原有地貌。

4) 工程弃土、弃渣

施工过程中的弃土、弃渣土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、隧道工程、修建施工便道和伴行道路以及输气工艺站场。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡，同时在合适的地点设置渣场，便于存放弃渣。

管道施工期的主要环境影响汇总于表 3.1-4。

表 3.1-4 施工期主要施工活动及其影响一览表

主要施工活动	主要影响	影响范围或产生量
清理施工带、开挖管沟、建设临时施工便道	1) 临时占地改变土地使用功能 2) 土使土壤的结构、组成及理化特性等发生变化 3) 植被遭到破坏，农业损失、林地被砍伐等 4) 弃土处置不当会产生水土流失	影响局限在施工作业带范围内
河流穿越	河流大开挖施工可能污染水体、弃土不当堵塞河道	产生弃土(用于筑路或修筑护堤)
钻爆隧道	1) 扰动河床，改变河床结构。 2) 弃渣如果堆积处理不当，将占用土地资源，破坏原有地貌，引起泥石流，产生水土流失。 3) 施工废水和隧道涌水如果不加处理随意排放，将污染河流水体，同时影响河流水质。 4) 隧道的开挖有可能破坏地下水径流，造成周围地下水位下降，破坏生态。 5)爆破不当，噪声引发对居民生活扰动。	施工穿越段及周边
站场、阀室建设	永久占地改变土地使用功能，使耕地、林地面积减少或影响其他功能	站场征地范围内
管道试压、机械冲洗	水体可能受污染	最大用水量为 3.09×

主要施工活动	主要影响	影响范围或产生量
		10^4m^3
施工机械、车辆使用	产生噪声、扬尘、汽车尾气、施工机械废气	局部影响
施工人员活动	产生生活污水、生活垃圾	管道沿线作业区范围内

3.2 运行期环境影响分析

运行期环境影响可以从正常运行和事故状态两种工况进行分析。

3.2.1 管道正常运行时的环境影响分析

正常运行期间，本管道工程全线采用密闭输送工艺，因此对环境的影响主要来自沿线各工艺站场的排污。

3.2.1.1 站场工艺与环境影响因素识别分析

本工程共设置 14 座工艺站场。各站主要工艺为增压(压气站)、除尘分离、调压、应急放空和清管器收、发球等。各站场污染物排放主要来自各站工艺过程中：

——各压气站压缩机组产生的噪声；

——各站清管(1 次-2 次/年)收球作业将排放一定量的天然气，还将产生少量固体废物；

——各站过滤分离系统将产生少量的粉尘；

——各站场分离器、阀门、汇管、放空管(排放)和管线将产生噪声；

——各站场系统超压或检修(包括分离器检修)时将排放一定量的天然气，站场检修时还将产生少量固体废物；

——生活系统产生少量生活污水和生活垃圾。

3.2.1.2 环境影响分析

1) 环境空气影响分析

根据工艺条件，无工艺用热，且各站场处于夏热冬冷地区，建筑单体无供暖，夏季采用空调和通风设施。

本工程正常工况下排放的废气主要为各站场设备与管线组件密封点无组织挥发的非甲烷总烃。另外，清管作业、分离器检修以及系统超压时也会排放一定量的天然气。

(1) 清管作业、分离器检修

本管道工程在正常运行期间，管线每年将进行 1 次～2 次清管作业，清

管作业时收球筒有极少量的天然气将通过各站场外高 10m/15m、直径 200mm/300mm/400mm/500mm/600mm 的放空立管排放，清管收球作业的天然气排放量约为 850m^3/次。

分离器一般每年需要进行 1 次定期检修，分离器检修泄漏的少量天然气将通过工艺站场外的放空系统直接排放。根据类比调查，分离器检修时的天然气排放量约为 1000m^3/次。

(2) 超压放空

系统超压将排放一定量的天然气。天然气超压放空系统放空次数极少，根据有关资料和类比调查，放空频率为 1 次/年～2 次/年，每次持续时间 15min，天然气放空量约 1.5×10^4m^3。

放空排放的天然气中主要成分为甲烷，由本工程输送的天然气性质得知，天然气中 H_2S 含量极少，不点火排放的天然气中主要污染物为总烃。

2) 水环境影响分析

本工程废水主要来自各个工艺站场新增员工产生的生活污水。

生活污水主要污染物为COD、氨氮等，浓度分别为300mg/L和50mg/L。各站场生活污水产生情况及排放情况分别见表3.2-3、表3.2-4。

表 3.2-3 各站场排水量及水质统计表

站名	污水来源	污水量	污水水质	排水规律	备注
垫江压气站	粪便及洗涤污水	4.5m^3/d	含 N、P 等	连续	
利川分输压气站	粪便及洗涤污水	4.5m^3/d	含 N、P 等	连续	
野三关压气站	粪便及洗涤污水	5.76m^3/d	含 N、P 等	连续	
恩施分输清管站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
宜昌分输清管站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
潜江分输压气站	粪便及洗涤污水	3.6m^3/d	含 N、P 等	连续	
大英首站	粪便及洗涤污水	3.6m^3/d	含 N、P 等	连续	
安岳分输站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
牟家坪首站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
老翁场接收站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
铜锣峡首站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
大盛站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
黄草峡首站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	
云台站	粪便及洗涤污水	0.05m^3/d	含 N、P 等	间断	

说明：各站生活污水排水量按给水量的90%计。

表 3.2-4　站场污水排放标准统计表

序号	站场名称	排放标准		备注
		《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》GB/T18920-2020	地方标准	
1	垫江压气站	城市绿化	/	生活污水不外排
2	利川分输压气站	城市绿化	/	生活污水不外排
3	野三关压气站	城市绿化	/	依托一线野三关站
4	恩施分输清管站	/		拉运市政处理
5	宜昌分输清管站	/		拉运市政处理
6	潜江分输压气站	城市绿化	/	生活污水不外排
7	大英首站	城市绿化		生活污水不外排
8	安岳分输站	/		拉运市政处理
9	牟家坪首站	/	/	拉运市政处理
10	老翁场接收站	/	/	拉运市政处理
11	铜锣峡首站	/		拉运市政处理
12	大盛站	/		拉运市政处理
13	黄草峡首站	/		拉运市政处理
14	云台站	/		拉运市政处理

生活污水：垫江压气站、利川分输压气站、野三关压气站、潜江分输压气站、大英首站生活污水经地埋式一体化生活污水处理装置处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T18920-2020)中的城市绿化标准后，暂存于站内生活污水集水池，用于站内绿化。

3)　声环境影响分析

本管道各站场按主要工艺可分为压气站、分输站等类型，从各站噪声源的角度分析，各工艺站场的主要噪声源包括压缩机机组、空冷器、汇气管、空压机、分离器、空气压缩系统、调压设备、放空系统等，放空系统噪声只有在紧急事故状态下才会产生。主要噪声源强见表 3.2-5。

表 3.2-5　运行期各站场主要噪声源强

站场名称	主要噪声设备	设备数量	声源源强 dB(A)/m	拟采取的降噪措施	备　注
垫江压气站	电驱离心式压缩机组	3	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	3	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	分离器	10	≤75		连续发声
	放空系统	1	113		间断发声
利川压气站	电驱离心式压缩机组	3+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	4	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	3+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	分离器	10	≤75		连续发声

站场名称	主要噪声设备	设备数量	声源源强 dB(A)/m	拟采取的降噪措施	备　注
	放空统	1	113		间断发声
恩施分输清管站	分离器	4	≤75		
	放空系统	1	113		
野三关压气站	电驱离心式压缩机组	3	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	3	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	分离器	10	≤75		连续发声
	放空系统	1	113		间断发声
宜昌分输清管站	分离器	4	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
潜江分输压气站	电驱离心式压缩机组	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	3	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	分离器	10	≤75		连续发声
	放空统	1	113		间断发声
牟家坪首站	分离器	2	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
老翁场接收站	分离器	2	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
大英首站	电驱离心式压缩机组	2+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	空冷器	4+2	≤80	隔声、吸声、消声器	间断发声
	空气压缩机	1+1	85	厂房隔声、吸声、减振	连续发声
	分离器	2+1	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
安岳分输站	放空立管	1	113		间断发声
铜锣峡首站	分离器	2+1	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
大盛站	放空立管	1	113		间断发声
黄草峡首站	分离器	2+1	≤75		连续发声
	放空立管	1	113		间断发声
云台站	放空立管	1	113		间断发声

4)　固体废物环境影响分析

各站场产生的固体废物除生活垃圾外，在分离器检修、清管收球作业时也会有一定量产生，另外压缩机维修保养时还会产生部分废润滑油。

(1)　生活垃圾

本工程运行期，生活垃圾主要来自新增工作人员。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，各站场生活垃圾的产生量平均按 0.6kg/d·人进行核算。本工程新建站场以及重庆维抢修中心共新增定员 150 人，新增生活垃圾的产生量约为 32.85t/a。各站场生活垃圾均集中收集，交当地环卫部门处理。

(2) 清管收球作业废渣

管道运行期间产生的清管固废极少，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般工业固废。管道每年一般进行 1 次～2 次清管，全线清管装置为手动操作，密闭清管通球，清管固废产生量极少。有收球装置的工艺站场在每次清管作业时将产生约 10kg 废渣，并存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。有 9 座站场设置清管器收球筒，废渣的产生量共计约 0.09t/a。

(3) 分离器检修粉尘

站场的分离器检修是通过自身压力排尘的，主要污染物成分为粉尘，为避免粉尘的飘散，需将清除的废物导入排污罐中进行湿式除尘。分离器检修一般 1 次/a，废渣的产生量每站约为 6kg/a。该部分废物存于排污罐中，定期外运处理，对环境影响较小。本工程新建站场均有分离器，废渣的产生量约 0.084t/a。

(4) 压缩机维修保养

压缩机运行一定时间后需进行维修保养，在此过程中将产生一定量的废润滑油，每次每台约产生 300kg。根据《国家危险废物名录》,废润滑油属危险废物(HW08 废矿物油与含矿物油废物)，废润滑油由具有危废处置资质的单位定期处置。本工程 4 座压气站共运行压缩机 13 台，废润滑油产生量约 3.9t/a。

(5) 废滤芯

各站场清管作业或分离器维护时会产生一些废滤芯，每座站场产生量约为 0.026t/a，本工程废滤芯产生量为 0.364t/a，属于一般工业固体废物，定期处置。

(6) 废蓄电池

各站场应急电源蓄电池每 5 年更换一次，每个站场废蓄电池产生量约 1t/次，则废蓄电池产生量约为 14t/次。根据《国家危险废物名录》,废铅蓄电池属危险废物(非特定行业 900-052-31)。废弃铅蓄电池可不按危险废物进行运输，但运输工具要满足防雨、防渗漏、防遗撒要求。废蓄电池由具有危废处置资质的单位处置。

运行期固体废物排放情况详见表 3.2-6。

表 3.2-6　固体废物排放情况统计

序号	类别	污染源	主要成分	排放量(t/a)	处理及去向
1	生活垃圾	生活垃圾	-	28.47	定期清运到指定地点掩埋
2	一般工业固体废物	清管废渣	粉尘、氧化铁粉末	0.09	排入站内排污罐存放、定期清运
3		分离器检修	粉尘	0.084	
4		清管作业和分离器维护	废滤芯	0.364	定期清运
5	危险废物(HW08)	压缩机检修	废润滑油	3.9	委托具有资质的单位处置
6	危险废物(900-052-31)	应急电源定期更换	废铅蓄电池	14(t/次)	委托具有资质的单位处置

3.2.2　事故状态下的环境影响分析

在运行过程中，由于操作失误、设备或阀门失控等原因会导致大量天然气排入大气环境，其中的非甲烷总烃会污染环境空气；一旦泄漏的天然气发生火灾爆炸，则会产生SO_2、NO_x或其他污染物，从而污染事故附近的环境空气，并对附近的人群造成伤害。本工程自动化程度非常高，一旦发生上述情况，紧急截断阀门会迅速关闭，可避免大量天然气的泄漏。

3.3　总量控制

本工程生活污水经地埋式一体化生活污水处理系统处理，达标出水用于站内绿化，不外排。工程采暖用空调，不设锅炉，无SO_2和 NOx 排放。

3.4　清洁生产

3.4.1　清洁生产概述

本工程输送介质-天然气，天然气是清洁能源，作为能源使用所产生的温室气体CO_2的排放量比煤炭、原油、燃料油等少很多，对环境所产生的影响也相对较小，因而采用管道输送天然气，可以达到从源头上减轻环境污染的作用，符合国家减排的要求。

输气管道运输的能耗和成本远小于铁路、公路运输，且不受地形、气候、运力紧张、季节的影响；损耗和成本、输送产品的质量也更有保证，同样符合国家清洁生产的相关要求。

3.4.2　本工程清洁生产评述

作为清洁燃料，天然气广泛用于民用燃料、工业燃料和发电。与煤相

比，天然气不含灰份，其燃烧后产生的NO_x仅为煤的45.2%，产生的CO_2仅为煤的44.7%，极大地降低了对环境空气的污染。本工程管道外防腐层选用环氧粉末聚乙烯复合结构(三层PE)，满足清洁生产的要求。

在输送工艺方面，优化工艺方案，减小能源消耗；设置截断阀，减少输气管道的天然气损失；采用节能设施，减少能耗；采用合理的防腐方式，保证管道运输的安全性；采用管道完整性管理，提高整体运营水平。

在生产设备和设施方面，使用世界上较为先进的SCADA自动控制系统，使输送介质的工艺条件实现由计算机自动控制，减少了由于人工控制而产生的生产损耗，可最大限度地减少由于事故引发的环境污染事故，减少事故停运及天然气损失，提高生产技术水平、操作效率和经济效率。

在施工期，采取加强施工管理，规范施工过程，实施环境监理；确定合理的施工带宽度，减少临时占地对环境的破坏；采用先进、合理的施工方式，减少对环境的污染和破坏；采取必要措施减少施工期扬尘对沿线居民的影响；减少施工营地建设，减少污染物排放；作好生态恢复，水土保持等工作。

在运营期，做好废气、废水、固废的达标排放工作，尽可能选择低噪声设备，满足清洁生产的要求。

本工程的清洁生产目标，除在设计、施工、运营环节中通过实施一系列清洁生产技术措施实现外，在运营管理中也将通过采取一系列的相关措施和制度，实现持续的清洁生产。

3.4.3　建议

本工程要提高清洁生产的水平，除了采取先进的生产工艺、技术和设备外，还应从以下几个方面进行改进：

1)　建立健全清洁生产管理机构；

2)　从源头抓起，注意工艺流程的各个环节；

3)　提高管理水平，加强环保知识宣传与培训；

4)　加强与外部的联系。

4 路由评价

4.1 本工程与相关管道的关系

4.1.1 川气东送管道

川气东送管道西起川东北普光首站，东至上海末站，途经四川、重庆、湖北、安徽、江苏、浙江、上海等5省。管道全长约2229km，包含1干5支。其中普光-上海主干线长1635.6km，管径1016mm，设计压力10MPa，设计输量$120\times10^8m^3/a$。全线设调控中心1座，储气库1座，工艺站场26座(压气站3座、分输站18座、清管站5座)，阀室93座（RTU阀室20座，手动阀室73座），长江穿越隧道6条，山体隧道73条，悬索跨越1处，穿越高速公路43处，穿越铁路23处，穿越大中型河流116处。川气东送管道已实施增加工程，其中一期增压工程已完成，包含新建武汉压气站，并对黄金、利川、宜昌、潜江等站场进行增压扩建；二期增压工程包含野三关、黄梅2座站场扩建为压气站，增压后利川以东干线输气能力为$150\times10^8m^3/a$。

川气东送二线在王场-潜江段与川气东送一线并行。川气东送一线在该段共设置47座山体隧道。其中重庆市境内有12座，湖北省境内35座。根据隧道横截面尺寸、纵断面形式可分为3.8m×3.3m双管单坡、双管折线隧道；3.2m×3.1m单管单坡、单管折线隧道。3.8m×3.3m截面隧道共41座，含纵断面单坡形式29座，纵断面折线型（人字形、U形）隧道12座。3.2m×3.1m截面隧道共6座，含纵断面单坡形式4座，折线型2座。

通过对已建47条隧道开展“一洞一方案”利旧分析，当新建管道尺寸为D1219mm且可接受洞内半自动焊利旧方式时，47条隧道中不可利旧10条，可利旧37条。

4.1.2 中贵线

川气东送二线在铜梁压气站与中贵线铜梁输气站互联互通，两条管道设计压力均为10MPa，具备相互连接的条件。目前川渝管网通过增压向中贵线铜梁输气站上载，上载压力≥9.1MPa，上载能力$50\times10^8m^3/a$。考虑川二线铜梁压气站分别在压缩机进出口与中贵线铜梁输气站连通，川二线铜梁压气站进口压力约7MPa，出口压力9.85MPa，可实现川二线与中贵线的相互调气功能，调气能力为$100\times10^8m^3/a$。

4.2　本工程线路选线原则及选线过程

4.2.1　选线原则

13.2.1　本工程线路特点

本工程线路特点主要表现在以下几个方面：

1)　本工程是一项关系国计民生，具有重大政治、经济、社会和环保意义的国家重点工程；

2)　本工程管道是一条高压、长距离的管道；

3)　管道沿线地貌类型较多，地质条件复杂，矿产资源较丰富，局部地段地质灾害发育，管道建设和管理中的风险因素很多；

4)　沿线环境敏感区多，生态保护红线分布区域集中，植被茂密，水资源丰富，这些特点给管道建设提出了更高的环保要求，环保和水土保持理念需贯彻到每一项具体设计中。

13.2.2　选线原则

13.2.2.1　基本选线原则

1)　严格执行国家、行业有关标准规范及规定，参照执行国外先进的标准、规范；

2)　本着“安全第一，环保优先，以人为本，经济适用”的方针进行设计；

3)　线路应尽量顺直、平缓，以缩短线路长度，并尽量减少与天然和人工障碍物交叉；

4)　尽量靠近或沿现有公路敷设(按有关规范、标准规定，保持一定间距)，以便于施工和管理；

5)　线路路由比选及优化需结合沿线地形地貌、地质条件、及环境敏感区的分布情况，并考虑沿线地方政府相关部门的意见以及交通、电信等条件，从安全可靠性、技术可行性、经济可行性、风险因素、环境保护等方面进行综合比选和优化，尽可能避让环境敏感区。如受其它因素限制，管道无法避让时，应加大保护措施力度并取得主管部门或单位同意通过的意见；

6)　宜避开多年生经济作物区域和重要的农田基础建设设施；

7)　管线应避开不良工程地质区、矿产资源区、严重危及管道安全的

高烈度区、地震频发区和大型活动断裂带。当受条件限制必须通过时，应采取防护措施并选择合适位置，缩小通过距离；

8) 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境、城市生态相协调。

13.2.2.2 不同地区选线原则

1) 平原地区选线

(1) 在平坦开阔地段尽量取直，力求节省管线长度；

(2) 注意结合城镇规划、道路规划、水利规划；

(3) 尽可能避开人口密集区；

(4) 注意地下采矿区的范围、矿藏埋深；

(5) 注意管线与地上、地下各类建构筑物之间的距离和交叉。掌握沿线各种保护区范围，尽量避绕。

2) 山区选线

(1) 山区选线应结合地形地貌、地质条件、山区道路状况，考虑施工的可行性和管道通过位置的稳定性；

(2) 管线通过山区时，应尽量选择在通过山区距离短、坡度平缓、山型完整的地段；

(3) 山区管线尽量选择可通行的山谷或河谷地段。若河谷宽且平坦，管线可考虑在河床低阶地敷设，一般应敷设在二级阶地以上区段，在洪水淹没区的管道应采取措施，防止管道和光缆被冲毁；若谷地地形狭窄曲折，河谷冲刷严重，或构筑物拥挤，则应另辟路线；

(4) 若山脊线与管线走向一致且山脊较宽、顺直、上下山脊坡度较平缓，地质条件稳定时，应考虑走山脊的方案；

(5) 线路需越岭时，当山岭高度不大，坡度较缓，具备大型管道通过条件，可选择从垭口翻越通过；

(6) 线路尽量避免长距离横坡敷设，若必须横坡敷设时，应选择纵坡较缓(不宜超过 25°)、削山开挖后岩层稳定的地带通过。管道尽量在山坡的阳面布设；

(7) 管道应尽量避开滑坡、崩塌、危岩、泥石流、陡坡、陡坎等不良

地质区。对无法避开的滑坡，首先应查明滑坡区的范围，将管道布设在该范围外。对横过泥石流的管段，应选择在泥石流动态区以外通过；

(8) 新建施工便道应该尽量与施工作业带结合布置；

(9) 尽量避开密集的林带，难以避开时，应选择林带较短的地带通过。

3) 林带地区选线

(1) 为减少对林木及果园的破坏。在林区段，线路尽可能避开主林区，选择林木较稀疏的地方通过；在果园区，线路应尽量避开成长期和盛果期的果树，选择在果园间空隙、幼树或者已进入衰老期的果树区通过；

(2) 尽量减少对森林植被破坏，避开原始林带区域，选择植被稀疏，靠近公路；

(3) 应优先避开自然保护区、风景名胜区、旅游区和军事区等敏感区。

4) 水网区选线

(1) 河流水网地区选线，应尽量减少与水道的交叉次数，针对现场具体情况，经技术、经济比较后确定可行的线路；

(2) 河流水网区房屋多沿河岸修建，在避免拆迁的情况下，河流穿越点的选择应尽量选择房屋较少的地方通过；

(3) 河流大中型穿越点应选在顺直河段；若有江心岛，河流中小型穿越时宜避开，河流大型穿越可利用稳定的江心岛通过；

(4) 河流水网区线路应尽量避开连片鱼塘区，当采用定向钻穿越连片鱼塘区时应考虑两端的施工场地；

(5) 穿越鱼(蟹)塘时，管道中线应视实地情况而定，一般穿越连片鱼(蟹)塘时，管道中线宜在鱼(蟹)塘中间通过，穿越单独大鱼(蟹)塘时管道中线宜靠近塘边，以减少围堰排水工程量。

5) 城镇和规划区选线

(1) 人口密集地区选线首先应掌握其规划区的资料，并充分与当地主管部门沟通，结合当地规划进行管道选线；

(2) 经过规划区时可沿交通绿化带、不同功能区块的边界选择线位；

(3) 注意尽量不穿越靠近城镇的大块平地中部，可选择沿现有公路、铁路和高压走廊敷设，在征得公路管理部门的同意下，尽量靠近公路控制带敷设；

(4) 人口密集地区选择线路需要得到乡镇的同意，避免下一阶段大范围的改线。

4.2.2.3 本工程选线过程

在确定气源、目标市场后，本工程管道线路选择按以下步骤进行：

1) 根据沿线地形及交通条件等，借助于地形图、遥感图像等，进行室内图上作业；

2) 线路工程人员会同环保专业人员进行现场踏勘，重点考察与沿途城市规划符合情况，及穿越自然保护区、水源地、风景名胜区、生态保护红线等环境敏感区情况，拟选站址、村庄密集段管道局部走向等，然后对原图上线路进行修改。

同时，在现场期间，将逐一走访管道沿线地方政府的规划、环保、林业、土地等相关部门，就管道在其辖区内的走向、站场位置、环境保护目标等进行充分协商，并取得认可；

3) 建设单位组织评估单位召开中间成果会议，结合线路路由、现场踏勘及调研情况对可研报告提出线路走向意见。特别是应结合调查的管道可能穿越的自然保护区、风景名胜区、水源保护区、生态保护红线等环境敏感区，认真研究比选方案；

4) 对局部线路的比选再进行现场调研和踏勘。对无法避绕的环境敏感区，组织建设单位、设计单位以及当地环保部门、相关管理部门一起到现场选线，以确定最优化的线路方案；

5) 环评单位将涉及环境敏感区的影响分析结果及应采取的措施等情况提交给建设单位，并与线路人员进行协商，就线路优化提出意见与建议。

建设单位充分汲取了川气东输、西气东输系列管道工程、中俄天然气管道的选线与建设经验，特别是在保护环境方面的经验。本管道选线特点是环评单位先期参与，通过环评单位的工作，在选线中更加注重了环境保护，对会产生重大环境影响的区段，及早采取避绕、改线等措施，从根本上减轻管道工程建设带来的影响。

1.1.1 4.3 线路宏观方案比选

结合资源分布、储气库分布及管网布局情况，川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段总体工艺方案确定一阶段的威远站为线路起点的情况下，

线路自西向东，考虑与中贵线管道的连接，可经过铜梁或者江津，然后汇集到王场；王场之后至潜江段线路，考虑与川气东送管道的互联互通，总体并行川气东送管道，沿川气东送管道走廊带敷设至潜江压气站。王场至潜江段，按照整体并行的原则，宏观线路走向比较唯一，不再进行宏观方案比选；威远至王场段，对应宏观线路走向方案可选择从重庆市北和重庆市南两个线路方案。项目组对宏观方案北线、南线进行了现场反复踏勘调研。四川威远至重庆王场宏观线路走向方案见图 4.2-1。

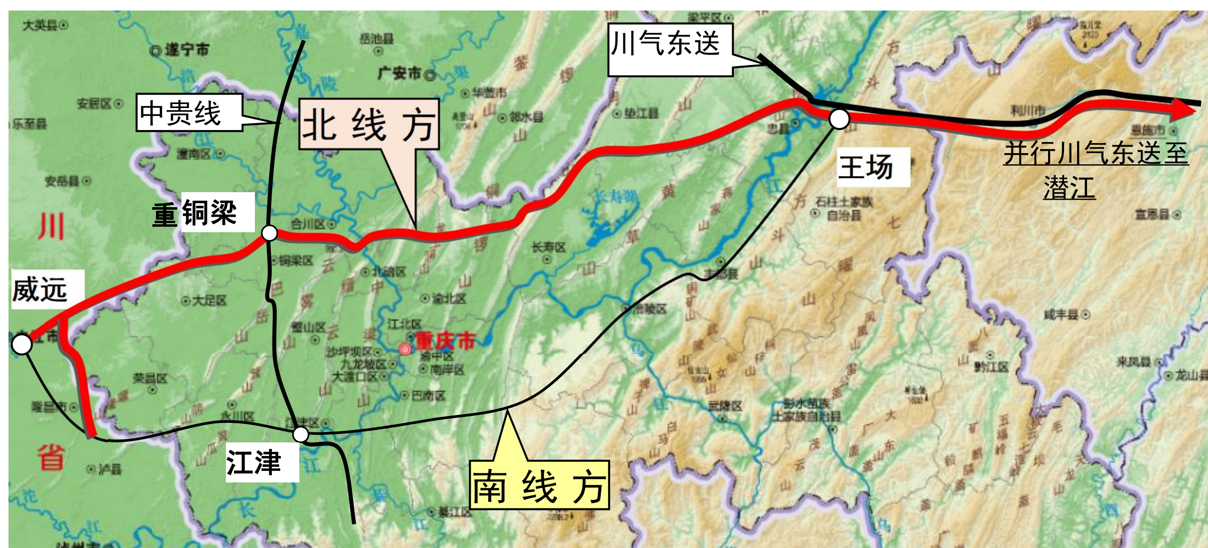


图 4.2-1 线路宏观方案走向图

1） 线路走向描述

北线方案：北线方案起自四川省内江市威远县，自西向东，途经内江市市中区、东兴区，资阳市安岳县，然后进入重庆市，途经重庆市北的大足区、潼南区、铜梁区、合川区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县，忠县长江穿越后石柱县王场镇开始并行川气东送管道。比选段线路总长约 450km。

南线方案：南线方案起自四川省内江市威远县，自西向东，途经四川省自贡市大安区、富顺县，泸州市泸县，然后进入重庆市，途经重庆市南的永川区、江津区、巴南区、南川区、涪陵区、丰都县、石柱县，从石柱县王场镇开始并行川气东送管道。比选段线路总长约 510km。

2） 工程量及经济对比

南北两个宏观线路方案主要工程量及经济对比见表 4.2-1。

表 4.2-1　主要工程量及投资估算对比表

序号	项目	单位	北线方案	南线方案
一	线路长度	km	450	510
二	地形地貌			
1	丘陵	km	330	280
2	山区	km	120	230
三	穿跨越工程			
1	穿越水域大型工程	km/次	4300/3	3000/2
2	穿越水域中型工程	km/次	4160/9	5630/12
3	高等级公路	m/次	2540/42	2900/45
4	铁路	m/次	560/7	1040/13
5	跨越工程	m/次		620/2
6	山体隧道工程	km/次	22.1/14	50.4/21
四	困难地段长度	km	80	140
五	土石方			
1	土方量	10^4m^3	314	350
2	石方量	10^4m^3	472	520
六	施工便道			
1	新建	km	60	70
2	改、扩建	km	140	160
七	征（占）地			
1	永久征地	10^4m^2	2	2.5
2	临时征地	10^4m^2	1430	1580
八	工程投资	亿元	54	61.2

3)　优缺点对比

宏观线路走向方案优缺点见表 4.2-2。

表 4.2-2　优缺点对比表

项目	北线方案	南线方案

项目	北线方案	南线方案
优点	1）线路总长度短 60km、山体隧道总长度少 28km，线路总体工程量较小； 2）主要山区集中在合川、北碚、忠县和石柱，总体山区段长度较短； 3）沿线隧道均未超过 3km，最长山体隧道 2.45km，控制性工程难度相对较小。 4）管道沿威远-铜梁-王场走向，在资源和储气库腹地开辟了一条新的路由，在川渝中部形成新的外输通道，有利于川中气区的接入。 5）北线方案距离储气库更近，更有利于储气库注入支线与干线的连接。铜锣峡、黄草峡储气库均在长江以北，其连接支线不需要穿越长江即可与干线相连。	1）考虑资源分布情况，南线方案贯通了威远、泸县、丁山、涪陵等多个区块，资源更有保障。 2）与南川-涪陵-王场同路由，利于管道维护 3）路由远离城市，人口密集型高后果区少
缺点	1）北线方案仅连通了威远区块，该区块产量规模小；泸县区块是页岩气上产主力区块，需新建一条泸县注入支线；	1）线路总长度长 60km、山体隧道总长度多 28km，且比北线多 2 处跨越工程，线路总体工程量较大； 2）巴南至石柱段均为山区段，山体破碎，起伏较大，施工难度较大。 3）沿线 3km 以上的山体隧道有 6 处，最长山体隧道 4.4km，控制性工程难度相对较大。 4)南线方案路由与中石油、中石化已建（南川-涪陵-王场）、规划（威远-江津）管道路由重叠。 5）南线方案距离储气库较远，线路在长江以南，储气库均在长江以北，支线与干线的连接不方便。

综上，相对于南线方案，北线方案线路走向更加顺直，且长度更短，河流大中型穿跨越和山体隧道工程量较小，且通过的山区困难段长度更短，对管道敷设的安全更有利，从线路角度北线方案优势较明显；此外，北线方案为川渝地区天然气外输增加了一条出路，便于川中气区接入，调配更加灵活；同时新路由能覆盖重庆北边的各区县，以满足地方用气需求。综合考虑宏观走向方案推荐北线方案。

4.3 站场选址的可行性分析

4.3.1 站址选择原则

1） 符合输气管道线路走向，保证输气工艺的可行性及经济性；

2） 满足系统工艺设计的要求，实现天然气接收、输送、清管、分输等功能的需要，实现有人职守、无人操作、远程监控的目标；

3） 选择较有利的地形及工程地质条件，避开不良工程地质地段及其它不宜设站的地方；

4） 社会依托条件好，供电、给排水、生活及交通便利；

5） 与附近工业、企业、仓库、车站及其它公用设施的安全距离应符合国家标准《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2004)；

6） 各类站场应有足够的生产操作和设备检修用的作业通道及行车通道，有车行道与外界公路相通。

4.3.2 环境可行性分析

本工程建设置工艺站场 14 座，支干线 8 座，沿线各站场位置详见表 4.3-1。

表 4.3-1 沿线各工艺站场情况一览表

序号	站名	所在位置	站址现状情况描述	备注
1	垫江压气站	垫江压气站位于垫江县东南方向约 18km 处，向北距离杠家镇约 3.2km，向南距裴兴镇约 7.8km，向西距省道 303 约 5.5km，向北距县道 160 约 230m。	站址现状性质为旱地、水田，比较开阔，地势比较平坦，场地南侧有一山丘，高度约 50m。	新建
2	利川分输压气站	利川压气站位于湖北省恩施州利川市凉雾乡。站址属于剥蚀丘陵地貌。地势总体北高南低，站址东北侧局部坡度较陡，站址西侧约 350m 处为联丰水库，南侧约 150m 处为利川市晨野家禽养殖场。站场新建进站路长度约为 120m，向南与已有混凝土路相接。	根据利川政府要求，川气东送一线管道及已建利川压气站本次全部迁移出城区，因此本次考虑一二线站场合建，新选站址位于川气东送一线利川压气站西南方向 5.1km 处。	新建
3	恩施分输清管站	恩施分输清管站位于湖北省恩施州恩施市白杨坪镇，位于川气东送一线恩施分输站东南方向约 240m，由于原站址周边被民房包围无法邻建，在南侧谷地内新选站址，站址仅西侧 70m 有一处独立民房，北侧 135m 处为当地门站，南侧 73m 为 35Kv 高压电力线，东侧 52.5m 为 35Kv 高压电力线。	站址地势总体西高东低，站址北侧 180m 为国道 209(白杨大道)，放空区位于站场北侧 40m 位置。站场距离可依托碎石道路约为 30m，向北可接至国道。	新建
4	野三关压气站	野三关压气站位于野三关镇东侧约 3.5km 处，向东距椰坪镇约 12km，向北距 G50 沪渝高速约 500m，向西距省	站址现状性质为林地，比较开阔，场地中部为两座隆起山丘，高度约 50m。	邻建

序号	站名	所在位置	站址现状情况描述	备注
		道245约4.5km，向北距已建野三关压气站约200m。		
5	宜昌分输清管站	宜昌分输清管站位于湖北省宜昌市猇亭区云池街道，位于川气东送一线宜昌压气站东侧约30m处小山包上，东侧150m外有高压线路，北侧700m有1处学校，西南侧70m处有1栋独立民房，站场依托川气东送一线压气站6m宽进站路，北侧1km接至县道X203。	站址属于剥蚀丘陵地貌。地势总体北高南低。	邻建
6	潜江分输压气站	潜江压气站位于川气东送一线潜江压气站南侧约2.3km处，本次站场在潜江-韶关输气管道潜江枢纽站西侧邻建，站场进站路接至南侧道路，向西接至1.5km处章华南路。站	站址地势非常平坦，地物为虾稻田及经济作物干湿交替水农田。	新建

4.3.3 各站场选址合理性分析

各站场工艺简单，环境风险较小。

站场建设属永久占地，均为耕地，但面积很小且分散在沿线所经地区，并非集中占用，对当地的土地利用影响相对而言比较小。对永久占地中的基本农田，建设单位严格按照当地法律法规的规定缴纳耕地开垦费，以委托开垦的方式予以补充。

经预测，各站场距离周边居民点均较远，站场运行期噪声对周围环境影响不大。

本工程各站场均无锅炉。主要废气为清管作业、分离器检修排放的少量天然气和超压排放的天然气，会对环境产生轻微的影响。从环境空气评价结果来看，站场对周围大气环境影响较小。

本工程各站场的选址均符合当地城镇发展规划。所选站址避开了煤矿采空区、地震断裂带等区域，各站和阀室均未占用生态保护红线，各站选址均未涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等环境敏感区域。

4.4 重点区段路由可行性分析

4.4.1 穿越湿地公园路由可行性分析

本工程先后穿越湿地公园3处，分别为重庆合川三江国家湿地公园、湖北环荆州古城国家湿地公园以及湖北枝江玛瑙河省级湿地公园，穿越情

况如表 4.4-1 所示。

表 4.4-1　本工程沿线穿越湿地公园情况一览表

序号	名称	位置	级别	穿越长度	穿越方式
1	重庆市合川区三江湿地公园	重庆市合川区	省级	701.5m	钻爆隧道，隧道出入口均在湿地公园范围以外
2	枝江玛瑙河省级湿地公园	湖北省枝江市	省级	穿越长度约 150m,其中，穿越保育区约 130m，穿越恢复重建区约 20m	定向钻，出入土点均在湿地公园以外
3	环荆州古城湿地公园	湖北省荆州区	国家级	310m	定向钻，出入土点均在湿地公园以外

4.4.1.1　重庆市合川区三江湿地公园

本工程拟穿越重庆市合川区三江湿地公园长度 2 次，穿越长度共计 701.5m，其中，穿越恢复重建区约 207m，穿越保护保育区约 494.5m。

1)　湿地公园概况

2016 年 12 月 30 日，国家林业局批准同意重庆合川三江湿地公园开展国家湿地公园试点建设(林湿发[2016]193 号)，根据批复的范围，该湿地公园位于铜溪镇、渭沱镇、合阳城街道、南津街街道、钓鱼城街道、草街街道及盐井街道。公园范围包括嘉陵江干流自渠河口至出合川境约 34.8km 河段，涪江自渭沱电站大坝至嘉陵江断面 22.1km 河段，以及涪江一级支流小安溪与嘉陵江一级支流百岁溪。

重庆合川三江国家湿地公园分为五个功能区：保护保育区、恢复重建区、科普宣教区、合理利用区和管理服务区，功能区划如图 4.4-1 所示。

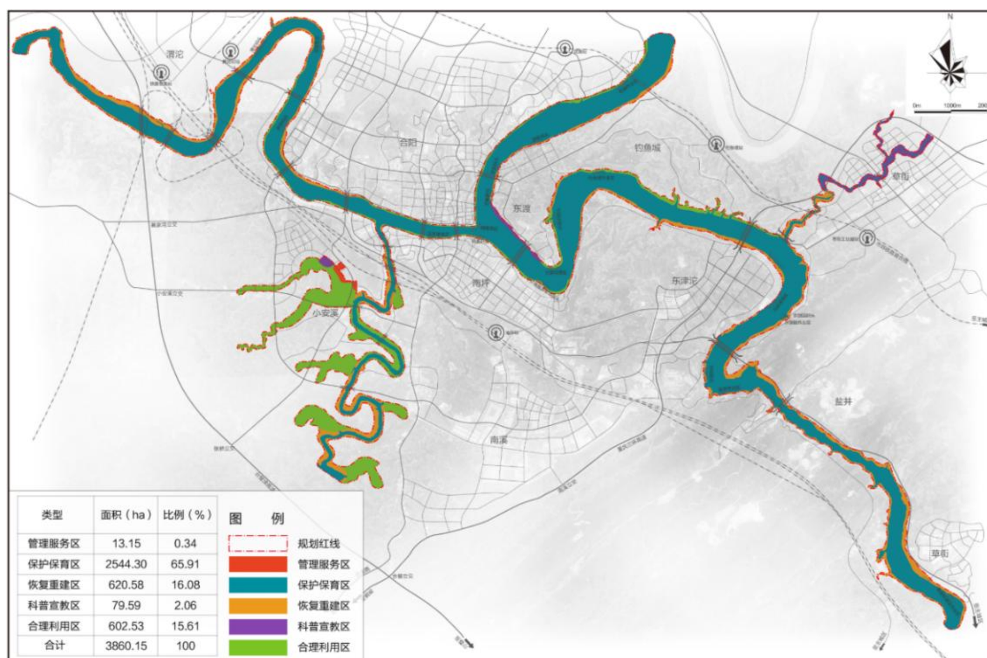


图 4.4-1　重庆合川区三江湿地公园功能分区图

2）　本工程穿越该湿地公园的路由比选

本次评价在工程可实施的基础上，对湿地公园穿越段选取 3 条路由比选，分别为北线、中线以及南线方案，各方案路由走向如图 4.4-2 所示。



图 4.4-2　重庆合川区三江湿地公园穿越段路由比选方案

本次评价从环境影响、规划等的角度对 3 条比选方案进行分析，具体如表 4.4-2 所示。

表 4.4-2　重庆合川区三江湿地公园穿越段路由比选方案分析

影响因素	比选线路		
	北线	中线	南线
与大口鲶自然保护区位置关系	穿越缓冲区，穿越长度约 380m	穿越缓冲区，穿越长度约 350m	穿越缓冲区，穿越长度约 300m
与嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	穿越实验区，穿越长度约 715m	穿越实验区，穿越长度约 572m	穿越实验区，穿越长度约约 554m
与三江国家湿地公园位置关系	穿越恢复重建区及保育区，穿越长度约 1.56km	穿越恢复重建区及保育区，穿越长度约 812.6m(其中 111.1m 在湿地公园外)	穿越恢复重建区及保育区，穿越长度约 430m
与缙云山国家风景名胜区位置关系	穿越二级保护区，穿越长度约 2.7km，其中穿嘉陵江处水面宽度约 560m	穿越二级保护区、三级保护区，穿越长度约 3.5km(其中穿越三级保护区约 0.35km)，其中穿嘉陵江处水面宽度约 620m	穿越二级保护区，穿越长度约 2.4km，其中穿嘉陵江处水面宽度约 500m
采矿区	不涉及	不涉及	涉及九峰煤矿采矿区
城市建成区	涉及，施工影响大	不涉及	不涉及，施工影响较大
城市规划区	涉及，施工影响大	不涉及	涉及全胜村规划区、草街规划区
生态红线	不涉及	不涉及	涉及北碚区生态红线
饮用水源保护区	不涉及	不涉及	涉及大祥煤洞人饮工程、穿越草街拓展区饮用水水源一级保护区
岩层稳定性	较稳定	稳定	较稳定

本次比选主要考虑的因素包括环境敏感区、生态保护红线、城市规划、地质结构等。

从环境敏感区分析，该段线路周边分布着大口鲶自然保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区、缙云山国家风景名胜区、大祥煤洞人饮工程、草街拓展区饮用水水源保护区等环境敏感区。如采用北线方案，则工程需穿越大口鲶自然保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区、缙云山国家风景名胜区。中线方案穿越的环境敏感区与北线方案相同。南线方案除穿越上述环境敏感区外，还穿越北碚区生态保护红线、大祥煤洞人饮工程、草街拓展区饮用水水源保护区。因此，从对环境敏感区影响

的角度分析，北线方案与中线方案相当，南线方案应予以排除。

北线方案与中线方案相比，北线方案穿越了城市建成区及城市规划区，而中线方案不涉及。如采用北线方案，则一方面对城市建成区的安全造成一点潜在不利影响，另一方面限制了当地的规划发展。

同时，以中线方案穿越该湿地公园已经获得重庆市林业局的初步同意，建设单位已经委托专业机构编制了《川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段对重庆合川三江国家湿地公园生态影响专题报告》，重庆市林业局已组织专家对该专题报告进行了评审。

因此，综合考虑，本评价认为中线方案更有利于保护当地环境，同时也有利于当地城镇发展。

4.4.1.2　湖北枝江玛瑙河省级湿地公园

1）　湿地公园概况

湖北枝江玛瑙河省级湿地公园地处湖北省枝江市，枝江市位于湖北省南部，为长江中游北岸的港口城市，江汉平原西缘，属三峡之末，荆江之首，位于鄂西山区与江汉平原的过渡地带，是长江三峡和宜昌市的东大门。东与荆州市江陵区相望，南与松滋市为邻，西南隔长江与宜都市一桥相连，西北与宜昌市城区、夷陵区和当阳市接壤。

湖北枝江玛瑞河省级湿地公园地处枝江市安福寺镇。湿地公园以玛瑙河为主体，包含河岸两边部分土地，北至当阳市鸦鹊岭镇，南至安福寺镇金狮湖村，东西以河堤为界。地理范围为东经 111° 35′ 19″ ～114° 36′ 19″、北纬 30° 35′ 36″ ～30° 27′ 41″；南北长 14.63km，东西宽 0.82km，总用地 315.67hm^2。

2）　本工程拟穿越该湿地的基本情况

穿越位于宜昌市枝江市安福寺镇李家大屋与向阳一队之间，有乡村水泥路及土路直达场区附近，交通便利。拟穿越场区地貌属于冲积平原地貌，穿越场地两岸地形较为平坦，附近均为耕地。管道拟采用定向钻方式穿越湿地公园，穿越湖北枝江玛瑙河省级湿地公园生态保育区和恢复重建区，在河床冲刷线下约 10m～30m 深度进行穿越，穿越湿地公园长度约 150m，其中穿越生态保育区约 130m，穿越恢复重建区 20m。将入土点选在西侧，出土点选择东侧，入土点和出土点距离湿地公园边界约 230m 和 290m。穿越现

场示意如图 4.4-3 所示。



图 4.4-3 本工程穿越湖北枝江玛瑞河省级湿地公园示意图

3） 穿越湿地公园的路由比选

根据线路整体宏观走向，选择了两处穿越位置进行比选。

比选位置 1：穿越位于宜昌市枝江市安福寺镇李家大屋与向阳一队之间，有乡村水泥路及土路直达场区附近，交通便利。拟穿越场区地貌属于冲积平原地貌，穿越场地两岸地形较为平坦，附近均为耕地。穿越位置南侧为碧水源生态环境科技有限公司，穿越路由距离其约 110m。

比选位置 2：穿越位于宜昌市枝江市安福寺镇误儿期村与山河一队之间，穿越位置距比选位置 1 约 800m，此处路由与川气东送一线并行敷设，两岸建构筑物较少，施工便利。

通过比较，由于线路走向整体避让枝江市的一个工业园、学校、医院等敏感区，线路路由向北调整，两处比选位置的穿越方式、施工难度相差不大。因此设计推荐从穿越位置 1 通过玛瑙河。

玛瑙河穿越两侧 50m 内无居民房屋，且无地上和地下构筑物，穿越位置距离南侧碧水源生态环境科技有限公司约 110m，上、下游 1km 范围暂无水利工程、桥梁及其它设施，穿越位置符合国家法律法规及相关规范要求。

4.4.1.3　湖北环荆州古城国家湿地公园

1)　湿地公园概况

湖北环荆州古城国家湿地公园地处湖北省荆州市，以荆州古城护城河、太湖港总渠及港南渠、荆襄外河水体为主体，东至二广(荆襄)高速，西至引江济汉渠，南至学苑路(九龙渊)，北至沪渝(汉宜)高速，地理坐标为北纬 30° 20′ 19″～30° 23′ 0″，东经 112° 7′ 7″～112° 14′ 40″之间，总面积 469.41hm²。其中湿地面积合计 263.92hm²，占公园总面积的 56.22%。永久性河流 173.99hm²，库塘 25.55hm²。

湖北环荆州古城国家湿地公园划分为湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区五个功能区。

2)　本工程与该湿地公园的关系

工程以定向钻方式穿越湿地公园，定向钻总长度为 722m，位于湿地公园内 310m，出、入土点均位于湿地公园外，其中定向钻入土点位于武德路附近，与湿地公园直线距离 52m，定向钻出土点位于朱家咀附近，与湿地公园的直线距离 360m。本工程与该湿地公园的相对位置关系如图 4.4-4 所示。



图 4.4-4　本工程与湖北环荆州古城国家湿地公园的相对位置关系

3）　路由比选

(1)　比选方案描述

并行方案：管道自比选起点向东敷设，并行川气东送管道穿越纪北渠，经纪南镇南穿越江汉运河、沪渝高速，向东连续穿越高速匝道、荆沙铁路、太湖港，然后向南敷设至汉宜铁路北侧，向东并行汉宜铁路穿越二广高速，经关沮乡北继续向东穿越沪渝高速进入沙市区境内。并行汉宜铁路经罗场镇北、观音垱镇北至四湖总干渠西，向南敷设连续穿越国道G318、沪渝高速，然后向东穿越四湖总干渠进入潜江市境内，继续向东敷设穿越枣石高速至比选终点，管道线路全长61km。

绕行方案：管道自比选起点向北敷设，经荆州区纪南镇北，向东连续穿越国道G207、荆沙铁路、二广高速进入荆门市沙洋县境内。经拾回桥南，向东北方向敷设穿越内荆河、蒙西铁路，经后港镇北连续穿越省道S311、省道S233、龙垱河、省道S351，向南敷设穿越江汉运河、大港河、枣石高速、借粮湖尾水河，进入潜江市境内。经积玉口镇西并行枣石高速穿越田关河、国道G318、汉宜铁路、沪渝高速至比选终点。管道线路全长81km。

(2)　沿线敏感区情况

并行方案和绕行方案均对长湖湿地自然保护区和长湖鲌类国家级种质资源保护区进行了饶避，但是并行方案不可避免的并行迁改管道穿越环荆州古城国家湿地公园。

并行方案管道在荆州区郢城镇并行沪渝高速定向钻穿越环荆州古城国家湿地公园，穿越长度0.31km。



图 4.4-5　并行方案管道与湖北环荆州古城国家湿地公园位置关系图

(3)　沿线城市规划区及人口密集地段情况

并行方案自西向东进入管廊带后，管道周边布置有荆州建材大市场(距离约 130m)、方特东方神话(距离约 200m)、高岳小区(距离约 150m)，管廊带内沿线村庄民房已基本完成拆除，由于管道距离荆州市城区较近，以三级地区为主，局部为四级地区；绕行方案整体避开了纪南文旅区规划区，管道沿线距村镇较远，涉及房屋拆迁较少，以二级地区为主，局部为三级地区。



图 4.4-6　并行方案管道与纪南文旅区总规位置关系示意图

两个方案优缺点比较见表 4.4-3。

表 4.4-3　并行方案与绕行方案的优缺点比较

	并行方案	绕行方案
优点	1、线路短，较绕行方案缩短 21km； 2、投资低，较绕行方案降低 31948 万元； 3、与迁改管道同处一个管廊带，便于运行管理。	1、避开了纪南文化旅游区规划； 2、管道沿线无四级地区。
缺点	1、与纪南文旅区规划较近，部分地段与纪南文旅区规划较近，部分地段为四级地区，沿线特定场所较多； 2、管廊带布局空间受限，施工难度较、管廊带布局空间受限，施工难度较大。	1、线路长度，较并行方案增、线路长度，较并行方案增、线路长度，较并行方案增、线路长度，较并行方案增 21km； 2、与管廊带分离较远，不便于统一运。

根据上述分析，绕行方案虽然避开了纪南文旅区规划区，协调难度小，但是投资较高，不便于管网集团统筹运行管理；并行方案虽然距离规划区较近，但是管道敷设与管廊带内，已经取得了地方行政主管部门的许可，且采用非开挖的方式进行施工，对该湿地公园的影响较低，因此综合推荐并行方案。

4.4.2 穿越水产种质资源保护区路由可行性分析

本工程工程穿越水产种质资源保护区 3 处，具体如表 4.4-4 所示。

表 4.4-4 本工程穿越水产种质资源保护区情况一览

序号	保护区名称	位置	级别	穿越长度与功能区	穿越方式
1	遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区	四川省遂宁市	省级	穿越核心区约 60m	定向钻
2	嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	重庆市合川区	国家级	穿越实验区 572m	隧道
3	清江宜都段中化倒刺鲃国家级水产种质资源保护区	湖北省宜都市	国家级	穿越试验区 80m	顶管

4.4.2.1 遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区

1） 水产种质资源保护区概况

2009 年，四川省人民政府以川府函[2009]289 号同意建立遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌等 6 处省级水产种质资源保护区，根据批复文件，琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区全长 72km，面积为 540hm^2，以涉及到场镇以河段最高警戒水位线为界。根据分区原则结合琼江具体情况将保护区划分为核心区、实验区二个功能区。

(1) 核心区：根据琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区的地势及水生野生动物产卵场、索饵场分布和自然保护区河流的状况。将琼江白马镇毗庐寺村-安居凤凰大桥水域和琼江三家大桥-大安乡明星村(出境)水域划分为核心区，保护范围面积 410hm^2，占整个保护区面积的 76%。

(2) 实验区：琼江(琼江三家大桥—安居凤凰大桥)17km，面积 130hm^2，占保护区面积 24%。

2） 本工程穿越情况

本工程以定向钻的方式穿越该水产种质资源保护区的核心区 60m，定向钻出入点均在该水产种质资源保护区以外。

3） 路由合理性分析

该穿越段管道属于大英-安岳-铜梁支干线，该支干线从整体宏观走向上呈现北-南偏东走向。管道与琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区不可避免存在交叉关系，受管道起点大英首站及中间进气点安岳净化厂位置的限制，管道无法同时绕避麻子滩水源保护地、琼江翘嘴红鲌省级水产种质

资源保护区及遂宁安居城市建成区。该支干线周边环境敏感区的分布如图 4.4-7 所示。



图 4.4-7　大英-安岳-铜梁支干线周边环境敏感区分布情况

本管道设计管径 D711mm，设计压力 10MPa，属于大口径，高压力天然气管道，从管道安全性考虑，管道应尽量远离人口密集区，即安居区城市建成区及未来发展区。故管道首先应考虑避让安居区建成区及规划区，选择远离城市建成区及规划区的地方通过。

另外，从管道顺直性、完整性管理角度考虑，管道选择了从人口密度低，无城镇规划、无其他环境敏感区且管道顺直的方案通过琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区，通过位置位于麻子滩水库及安居区城区之间，地处琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区。

综合线路总体走向，为减小后期施工难度，避开大英县五五水库、麻子滩水库、选择线路较为顺直，河道岸坡稳定，交通较为便利的穿越位置，拟选穿越位置左岸(北岸)位于四川省遂宁市安居区石洞镇双祠堂村 13 组，右岸(南岸)位于白马镇清凉寺村 5 组，距安居城区约 12km。管道穿越琼江河处两岸距离为 15m 左右。

4.4.2.2　嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区

1)　保护区概况

嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区系 2012 年 12 月农业部根据

《渔业法》规定和《中国水生生物资源养护行动纲要》有关要求，审定批准建立的国家级水产种质资源保护区(第三批)。保护区位于重庆市合川区的利泽镇至草街航电枢纽之间，保护区河流总长度 63.3 千米，范围在东经 106° 13′ 28″～106° 23′ 19″，北纬 29° 54′ 27″～30° 9′ 11″之间。保护区总面积 2788.6hm²，其中核心区面积 933.0hm²，实验区面积 1855.6hm²。保护区特别保护期间为 2～4 月。

嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区划分为核心区和实验区，功能区划如图 4.4-8 所示。

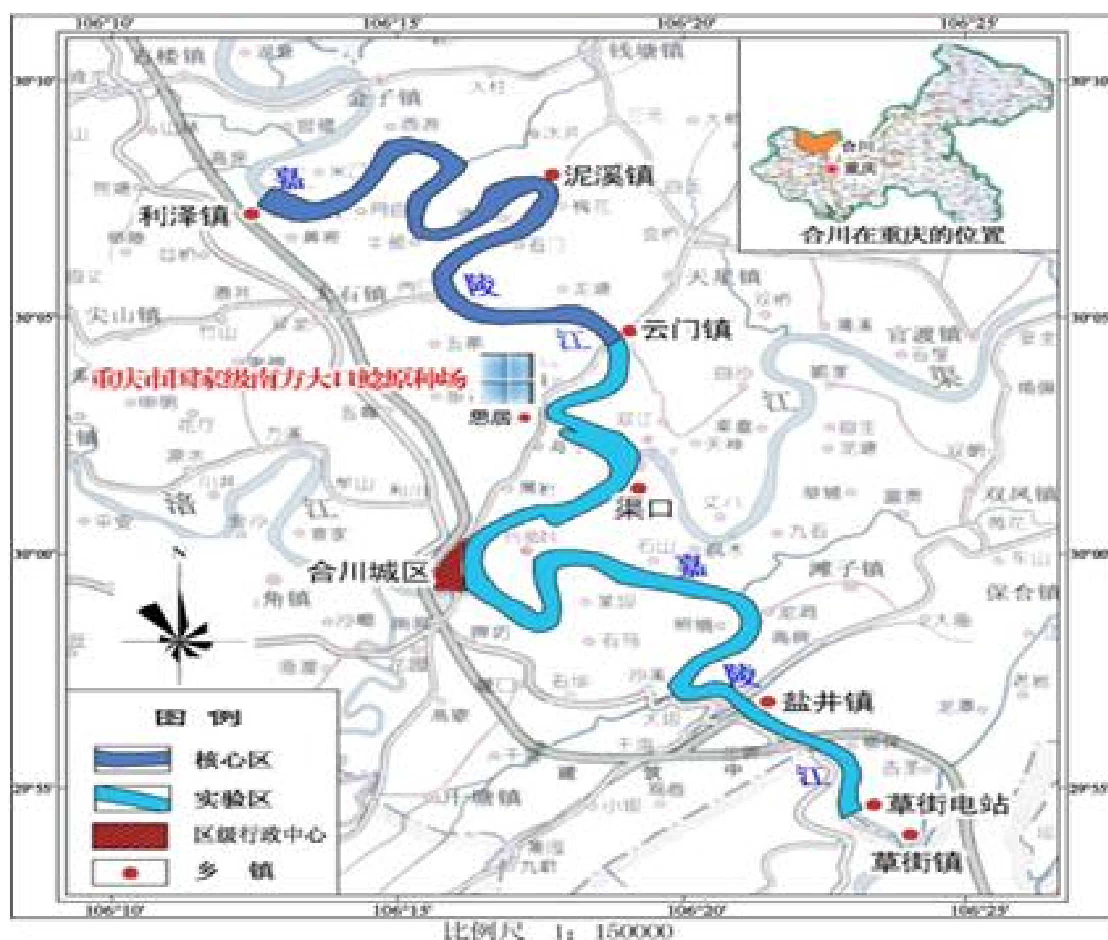


图 4.4-8 嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区功能区划

2） 本工程与该水产种质资源保护区的关系

由于管道沿线地貌复杂，地形陡峭，受地形条件限制，再加上嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区范围较大，线路绕避难度很大，因此本

工程穿越嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区的实验区。经过分析，确定嘉陵江穿越前后的穿越点分别位于西岸靠近北碚区澄江镇规划区的炭坝村(106° 39′ 94″E，29° 93′ 33″N)，东岸靠近合川草街道规划区的麻柳村(106° 39′ 94″E，29° 93′ 33″N)。穿越点位于河流略微弯曲的弯道上，穿越两岸海拔高程 200～250m，河床高程约 170m，水面宽约 620m。钻爆隧道在保护区实验区河床底穿越，隧道距离河床的距离约为 80～121m，穿越处江面宽度约为 572m。

本工程与该水产种质资源保护区的相对位置关系如图 4.4-9 所示。



图 4.4-9　本工程与嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区的位置关系

3)　路由合理性分析

根据线路总走向和地方规划，通过现场踏勘和调研，管线从资阳市安岳县进入重庆，途经重庆市合川、永川区、江津区、巴南区、南川区、涪陵区、丰都县、石柱县，从石柱县穿过油坊隧道后进入湖北省利川市，然

后继续向东敷设管道。在重庆合川穿越嘉陵江。

本工程嘉陵江穿越位置共穿越 4 处环境敏感区。穿越情况见下表所示。嘉陵江穿越位置走向如图 4.4-10。

表 4.4-4　嘉陵江穿越处涉及环境敏感区统计表

序号	敏感区类型	名称	长度(m)	地点	描述
1	自然保护区	大口鲶县级自然保护区	350	重庆市合川区	新建嘉陵江隧道通过
2	风景名胜	合川区缙云山国家级风景名胜区	1087	重庆市合川区	新建云雾山 3#隧道和嘉陵江隧道通过
3	水产种质资源保护区	嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	572	重庆市合川区	新建嘉陵江隧道通过实验区
4	湿地公园	重庆市合川区三江湿地公园分区	270	重庆市合川区	新建嘉陵江隧道通过



图 4.4-10　嘉陵江穿越环境敏感区示意图

大口鲶县级自然保护区，保护区范围沿嘉陵江南北分布，南至合川区澄江镇，北至合川区大石镇，绵延约 40 公里长，保护区南侧边界再向南，为北碚主城区，北侧再向北，为合川主城区；缙云山风景名胜区，其范围

沿嘉陵江南北分布，名胜区范围除了嘉陵江水域，还包括嘉陵江两岸陆域；嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区分布范围同大口鲶县级自然保护区；三江湿地公园分区位于北碚区，湿地公园范围为嘉陵江江边陆域的一部分。

根据套核各个环境敏感区和规划区的范围，本工程推荐嘉陵江穿越位置南侧分别为北碚区全胜村规划区和合川区草街规划区，而北侧有合川区规划区，同时自然保护区等敏感区范围沿嘉陵江向北一直延伸至40公里以外。在本工程线路总体走向已经确定从合川和北碚之间通过的前提下，嘉陵江穿越位置南北两侧分别受限于合川规划区和北碚规划区，而在两处规划区之间的区域为大口鲶县级自然保护区、缙云山国家级风景名胜区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区(实验区)和合川区三江湿地公园分区的范围，因此，本工程该段线路路由无法完全避绕以上4处环境敏感区，只能通过隧道方式穿越嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区(实验区)。目前，嘉陵江穿越处路由已取得地方自然资源与规划局等相关部门的原则同意意见。

4) 穿越方式比选

综合分析各河流穿越现场地形、地质、水文条件，并结合川气一线、忠武线前期设计成果，川气东送二线河流穿越工程可采用开挖穿越、钻爆隧道穿越、盾构隧道、顶管穿越以及定向钻穿越。

(1) 开挖穿越

开挖穿越方式可适用于各种地层，但对于穿越河段属于水源地一级保护区的河流禁止采用开挖穿越，对于通航的河流，不宜采用开挖穿越。一般穿越河段属于二级以下水源地保护区的河流和非通航性河流，经过充分论证，在技术、经济具有十分明显优势的情况下，可考虑采用。

开挖穿越管道必须埋置于河床冲淤变化稳定层下一定深度(不小于设计频率最大冲刷线下1.0m)，和必须埋置于最大季节性冻土层以下。地下水丰富的河流，要考虑开挖过程中的排水和降水。常年有水的河流，要先进行围堰导流再进行开挖施工。开挖穿越，应考虑采取稳管措施和做好护岸工程。

(2) 钻爆隧道穿越

水下钻爆隧道法是采用人工钻眼爆破的方法，通过在水底岩石层中开凿出一条通过水域的隧道，在隧道中铺设管道的一种管道穿越的方法。一般位于岩石层，埋藏较浅，岩质较硬，透水性较差，地质结构简单，完整性较好，穿越距离较短的水域穿越。

(3) 盾构隧道穿越

盾构法适用于砂质、土质和岩石等多种地层穿越，最适用于含水率较高的砂质，砂砾石，软岩等地层中修建隧道，适用于穿越较长距离的长隧道施工。盾构法具有适用范围广，施工技术先进，机械化程度高，施工不受季节影响且风险较低等优点。但盾构机价格昂贵，工程造价高，从制造，搬运，组装到开始掘进周期长。

(4) 顶管法隧道穿越

顶管隧道施工属于微型盾构隧道工程，通过竖井内的顶进系统推动混凝土管向端部的掘进提供推力，端部掘进采用机械动力驱动刀盘旋转，通过控制掘进速度和排碴量达到同地层压力动态平衡的一种顶进隧道施工方法。整体施工难度及施工成本均比盾构隧道施工要小。

(5) 定向钻隧道穿越

定向钻穿越适合的地层主要为：黏土、粉质粘土、粉土、粉细砂、细砂、泥岩等。难于成孔的流砂、淤泥或高强度且变化复杂的基岩层，不宜采用定向钻穿越敷设管段。穿越两岸有厚度不大、埋深较浅的卵石层时，可采取措施(如用套管、换填、开挖等)进行处理后实施定向钻穿越。

根据合川段嘉陵江穿越的具体地质条件，穿越点地层结构较为复杂，岩性分布不均匀，由卵石、细砂含卵石、粉质粘土等组成，变化复杂的基岩层，不适合适宜岩石、砂土、粉土、粘性土等组成的地质条件的定向钻穿越方式。同时定向钻穿越管道整体过江的方案因无组焊场地而无法实施。顶管法隧道穿越一次要顶管近 1350m 的硬质河床，困难多，风险性较大，也不予考虑。通过多种工程方案的分析筛选，将有可能应用于该过江工程的大开挖、钻爆隧道和盾构隧道三个方案的主要优缺点列于表 4.4-5 以进行比较。

表 4.4-5　三种隧道穿越方案优缺点比较

穿越方案	优 点	缺点
大开挖	施工工艺较成熟；施工条件易具备、能提早开工。	影响通航；产生的赔偿费用较高的；管沟开挖难以达到设计要求，工程质量难以保证；土石方工程量巨大；受库岸再造地质影响大，不利于管道安全；施工严重破坏周围环境；管道组焊场地狭窄，无法一次拖管过江，不利于管道维护及安全运营。
钻爆隧道	施工工艺较成熟；施工条件易具备、能提早开工；不妨碍通航；减少对环境的破坏；总体工程投资较低；管道易于维护。	施工风险性较高；防治水难度大；地质资料必需全面、准确、详尽；以保证对施工中可能出现问题的位置、性质、原因和影响范围等作出正确的判断；并事先制定出切实可行的处理计划和物资准备。一旦出现问题可 1 按计划采取防治措施，防止工程中突水事故的发生；机械化程度相应较低；
盾构隧道	机械化程度高；不妨碍通航；减少人工地下作业的工程量，解决水下作业的问题；减少环境的破坏；施工占地量少；管道易于维护。	需购进或租用国外设备以实施某些专项质量控制与作业进程的监测，因此间接费用较高且延误工程开工时间；工前准备要求较高；由于是新工艺，操作可能出现一些意想不到的问题。工序环节多(如机械掘进、水出渣、环片预制组装等)；每道工序出现问题都直接影响总体工程进度。机械掘进与环片预制、安装、技术要求高

由上表的比较结果可以得出以下结论。

(a)　大开挖方案存在施工影响通航、水下挖管沟难以达到设计标准、管道埋深、库岸再造影响大、破坏周围环境以及水中长距离管道检修难等问题，且难以解决因此不宜采用大开挖方案。

(b)　盾构隧道方案在管道建设史上是一套全新的施工工艺，水下施工基本不受限制；钻爆隧道方案在国内铁路、矿山、水利水电等行业都有成熟的施工经验，两者在技术上都是可行的。

(c)　盾构隧道方案技术要求高，机械化程度较高，工期相对较短；钻爆隧道方案工期相对较长，但因在国内施工，施工前期准备工作好开展能尽早开始施工。盾构隧道方案受盾构机的定购、制造、供货等诸多环节的影响，需半年甚至一年后方可开工。从工期考虑，钻爆隧道方案较具优势。

综上所述，根据以上施工技术和管理水平要求分析，目前嘉陵江拟采用穿越采用钻爆隧道方式。

4.4.3　穿越森林公园路由可行性分析

本工程穿越森林公园 5 处，具体如表 4.4-6 所示。

表 4.4-6　本工程穿越森林公园情况一览表

序号	名称	位置	级别	穿越长度	穿越方式
1	重庆市合川区九峰山森林公园	重庆市合川区	省级	8253m	隧道+开挖
2	南天门森林公园	重庆市渝北区	省级	1400m	隧道
3	黄水国家森林公园	重庆市石柱县	国家级	2085m	隧道
4	巴东国家级森林公园	湖北省巴东县	国家级	穿越总长度为 6597m,其中穿越生态保育区 2 处，长度为 2569m；穿越管理服务区 263m；穿越核心景观区 2 处，总长度 1248m；穿越一般休憩区 3 处，合计总长 2499m；2 号阀室位于一般休憩区	开挖+顶管
5	清江国家森林自然公园	湖北省长阳县	国家级	13462m，其中利用川气东送已建隧道长度 6407m	开挖+隧道

4.4.3.1　湖北巴东国家森林公园

1)　森林公园概况

湖北巴东国家森林公园位于湖北省恩施土家族苗族自治州巴东县巴山林场、官渡口镇、茶店子镇及绿葱坡镇部分区域内，经营面积 4567.49hm²。地理坐标东经 110°729〃-110°1833〃，北纬 30°41’25〃-30°5938〃。其中林地面积 3887.28hm²。划分为格子河片区、绿葱坡片区、铁厂荒片区三个片区。2020 年 1 月 14 日，国家林业局批准设立湖北巴东国家森林公园。

森林公园的范围及功能分区如图 4.4-13 所示。

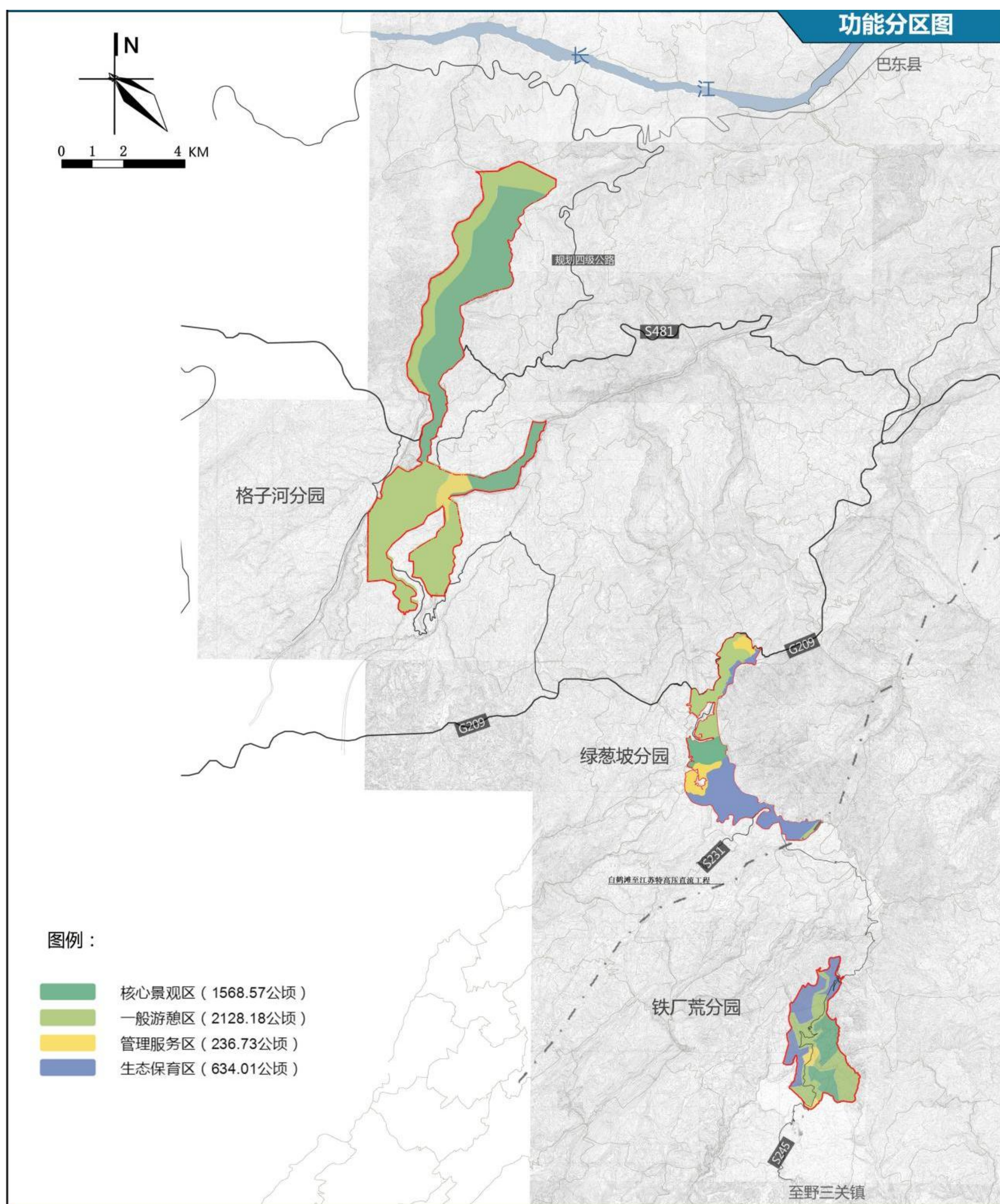


图 4.4-13　湖北巴东国家森林公园功能分区图

2）　本工程与巴东国家森林公园的位置关系

本工程巴东供气支线穿越巴东国家森林公园的绿葱坡园区，穿越位置起点为绿葱坡镇范家垭，至于赵家坡，总长度为6597m。其中穿越生态保育区2处，长度为2569m；穿越管理服务区263m；穿越核心景观区2处，总长度1248m；穿越一般休憩区3处，合计总长2499m；管线穿越区均为临时占地。BD2#阀室位于一般休憩区，属于永久性占地，占地面积0.28hm^2。

本工程在该森林公园内的穿越方式为开挖穿越与顶管穿越相结合。本工程与该森林公园的相对位置关系如图 4.4-14 所示。



图 4.4-14　本工程与湖北巴东国家森林公园的相对位置关系

3)　路由合理性分析

由于巴东地区地形地貌复杂，巴东供气支线在尽量避开成片的人口聚集区的基础上，尽可能依托已建公路以方便施工进场和后期管理；巴东供气支线在线路走向上充分依托既有道路 G318 国道、S231 省道敷设。为便于观光游览湖北巴东国家森林公园，在规划建设时绿葱坡 分园充分利用了 G318 国道、S231 省道，导致巴东供气支线不可避让穿越了湖北巴东国家森林公园绿葱坡片区。

虽然巴东供气支线不可避让穿越了湖北巴东国家森林公园绿葱坡片区，但穿越区域临近既有道路，基本上处于林缘地带。相对于避让巴东国家森林公园绿葱坡片区的路线，减少了修筑施工道路及后期巡护道路施工占地对区域生态环境的破坏，依据穿越居民区集中分布 区对居民带来的安全隐患。因此，巴东供气支线不可避让穿越了湖北巴东国家森林公园绿葱

坡片区的选线是合理的。

4.4.3.2　清江国家森林公园

1)　森林公园概况

1996 年 8 月 12 日，经原林业部以“林场批字[1996]183 号文”批准建立清江国家森林公园；2015 年 6 月 29 日，国家林业局通过“林场准许[2015]1728 号文”变更了森林公园范围，变更后，森林公园范围包括清江两岸的山林、国有林场、古生物树种森林公园及现有大部分旅游景点(清江方山风景区、清江画廊景区、清江中武当天柱山风景区)，变更后面积达到 55738hm^2，其中林地面积 39029.2hm^2。

2018 年 11 月 27 日，森林公园管理处向国家林业和草原局申请《关于清江国家 森林公园改变经营范围的请示》，面积由调整前的 51071hm^2 调整为 37008hm^2。

1997 年，由林业部调查规划设计院负责编制了《清江国家森林公园总体规划(1997-2010)》，但当时总体规划中没有涉及生态保育区、核心景观区和生态修复区的概念。目前，长阳林业局正请宜昌市林调院重新修订《清江国家森林公园总体规划》。截至 2021 年 9 月底，规划还在修订中。

因此，本次评价的清江国家森林公园范围以《清江国家森林公园总体规划(1997-2010)》为基准，以 2015 年 6 月 29 日国家林业局通过的“林场准许[2015]1728 号文”变更后的森林公园范围作为评价范围。

清江国家森林公园涵盖全县 11 个乡镇 54 个村(全县总共 11 个乡镇 154 个村)，公园内村庄、集镇众多，共有居民 51650 户，总人口 142403 人，全县近 36%的人口生活在森林公园范围内。

2)　本工程与清江国家森林公园的位置关系

本工程干线管道穿越整体位于清江国家森林公园北端，从位于长阳土家族自治县贺家坪镇大溪亮村铁匠岭的大溪亮隧道(己建)入口进入森林公园，出隧道后先朝西北方向敷设一段距离；然后转向东北依次通过小河口隧道(己建)、魏家洲 1 号隧道(己建)、魏家洲 2 号隧道(己建)，出隧道后沿河谷继续向东北敷设，在车沟村下木洞进入下木洞隧道(己建)并穿越 G50 沪渝高速；出隧道后转向东南方向敷设，进入桂竹园隧道(己建)，出隧道后进入陈家棚阀室；然后沿 G50 沪渝高速北侧敷设，在流溪村高家堰互通

东侧向南穿越 G50 沪渝高速后出森林公园。

管道在森林公园内穿越总长度 15km，穿越区段内一般线路段 8.2km，山岭隧道(利旧)6 处/6407m(森林公园范围内 5421m)，河流穿越(沿溪)9 处/1420m。

本工程与该森林公园的相对位置如图 4.4-15 所示。

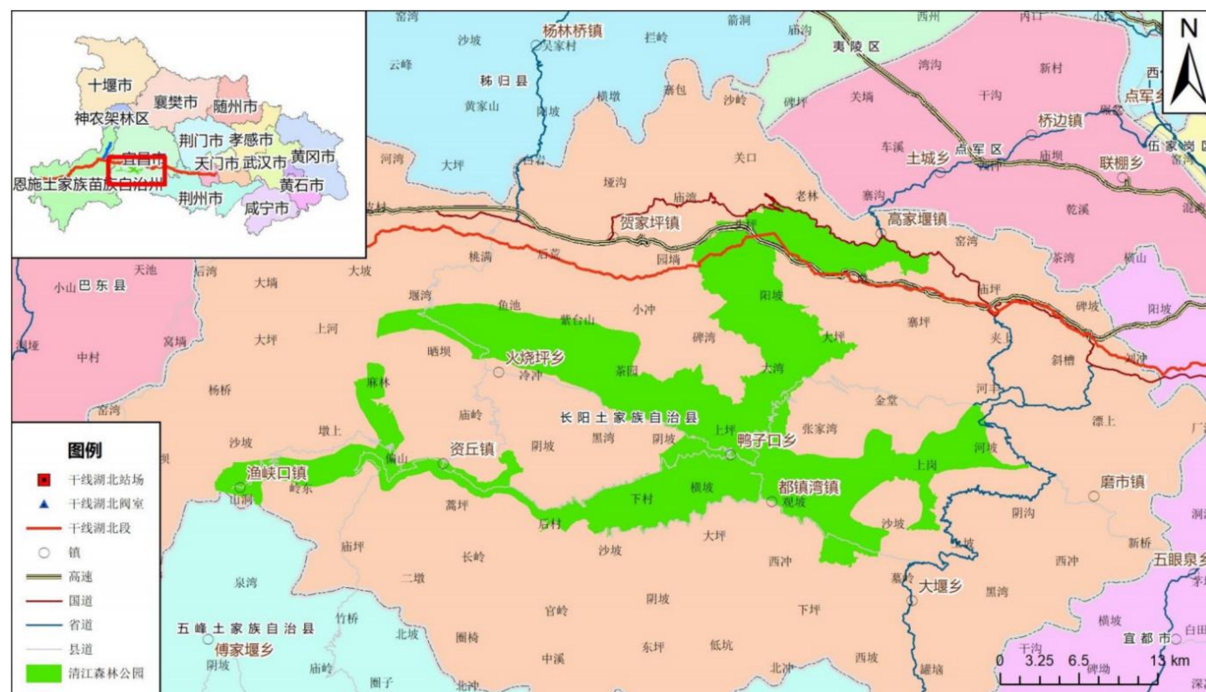


图 4.4-15　本工程与清江国家森林公园的相对位置关系

3)　路由合理性分析

(1)　根据政府规划部门要求，本项目作为川气东送管道的复线，管道路由尽可能与已经建设的川气东送管道并行，利用已有的高压管廊带，不新增管廊带。本项目的路由走向已获得了长阳土家族自治县住房和城乡建设局的选址初审意见。

(2)　川气东送管道设计和建设时已经考虑到远期建设复线的可能，在修建时已经预留增加管道空间，本项目管道敷设可以充分利用森林公园内已建隧道预留空间，不再对森林公园内部增加新的切割。

(3)　本项目穿越清江国家森林公园北部，沿线没有保护植物及古树名木分布，远离森林公园核心景区，穿越位置不涉及一级保护林地，运营期正常状况下不排放污染物，满足森林公园及公益林地保护的相关要求。

综上所述，本项目的选址不会对保护区的保护目标产生影响，不会对当地的发展产生影响，并且能够给当地的发展提供能源保障，改变能源结构，减少周边居民对林木的砍伐，所以项目的选址具有环境合理性。

4.4.3.3　黄水国家森林公园

1)　森林公园概况

1998 年 9 月 15 日，国家林业局以林草批字[1998]95 号文批准设立黄水国家森林公园，黄水国家森林公园位于重庆市石柱土家族自治县东北部，在国有石柱县方斗山林场基础上建立国家森林公园。1999 年 3 月完成了森林公园的总体规划，规划森林公园区域总面积 50400㎡，可游面积 6000㎡，但由于国家林业局场圃总站未对该原规划进行批复，同时规划面积远远大于国家林业局对可研报告的批复面积，致使之前的规划不符合规定

2016 年起，重庆市林业规划设计院启动的该森林公园总体规划的修编工作，目前，调整后森林公园总体规划尚未获得主管部门的批准。本次评价以 2018 年该森林公园总体规划的中间成果作为依据进行路由合理性分析。

黄水国家森林公园，主要位于重庆市石柱县东北部的七曜山山原上，以黄水镇域范围为中心，北部与湖北省利川市毗邻，东、东南、南分别与本县冷水镇、枫木乡、中益乡、悦崃镇，西、西北与黄水镇相邻林缘线为界。公园规划总面积 4200.00ha，由一块独立的区域组成，地理坐标为东经 108°21′48″～108°30′8″，北纬 30°9′10″～30°19′10″，包括油草河景区面积 2248.35ha，大风堡景区面积 1951.65ha。

黄水国家森林公园的功能分区如图 4.4-16 所示。

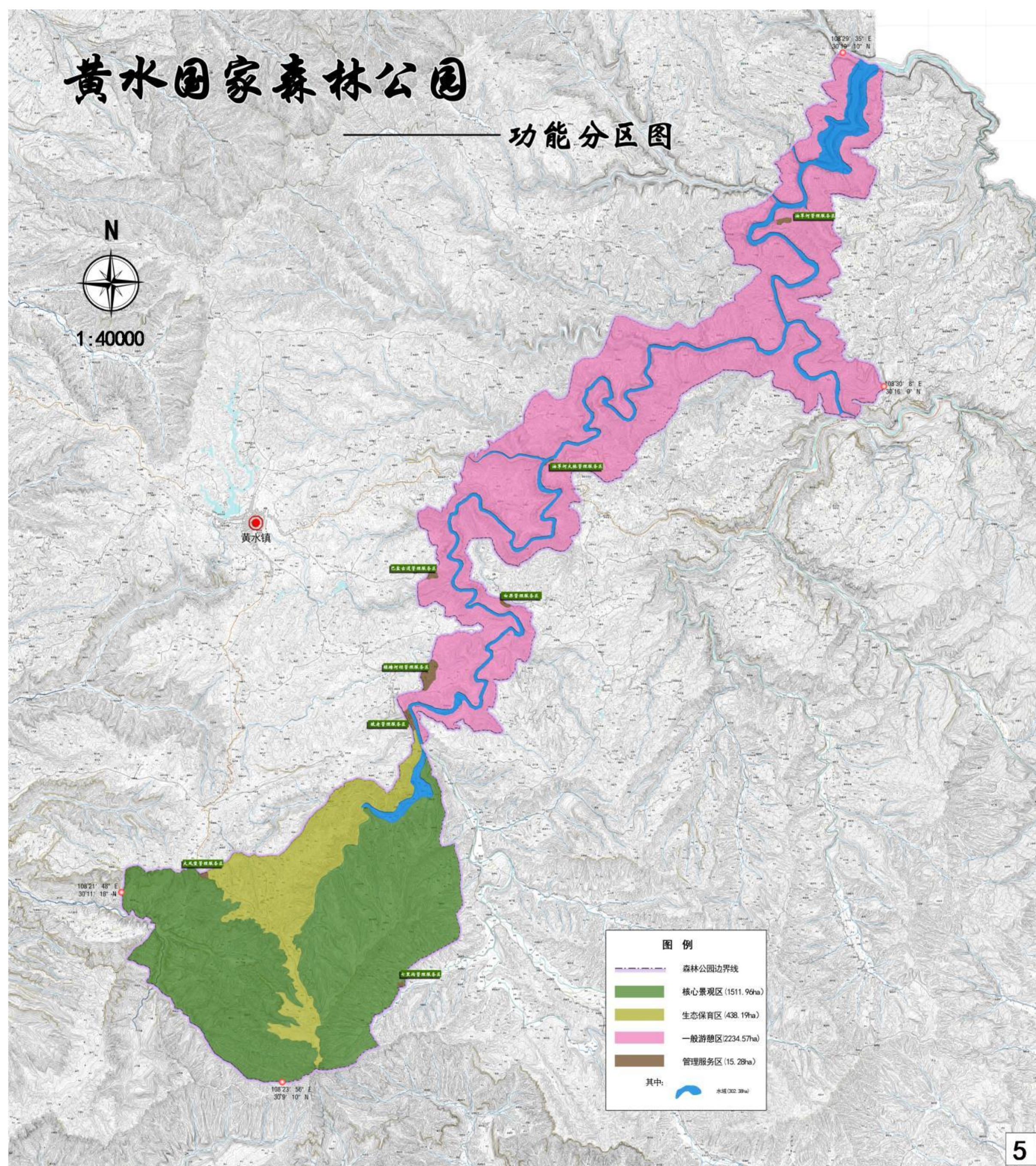


图 4.4-16　黄水国家森林公园功能分区图

2)　本工程与该森林公园的位置关系

本工程干线以隧道的方式穿越该森林公园的一般休憩区，穿越长度为2085m，隧道的出发井和接收井均在森林公园范围以外。本工程与该森林公园的相对位置关系如图 4.4-17 所示。



图 4.4-17　本工程与黄水国家森林公园的相对位置关系图

3)　路由合理性分析

本工程以隧道方式穿越该森林公园的一般休憩区，隧道的出发井和接收井均在森林公园范围以外，施工期不会对该森林公园造成扰动，同时，本工程为密闭输送的长输天然气管道，在该森林公园内不设置站场或阀室等永久建筑，运行期在该森林公园内无污染物排放。因此，本工程在该森林公园范围的线路走向是合理的。

4.4.3.4　南天门森林公园

1)　森林公园概况

重庆市南天门森林公园位于渝北区西北部，距离渝北城区 40km，距离重庆市区 69km，所处区域交通发达，公路有渝邻高速、渝昆高速、内环高速、外环高速等，距离重庆北站 38km，距离江北国际机场 24km。突出的区域优势和便捷的交通条件，使重庆市森林公园可成为本地居民和周边城区居民的高品位休闲游憩场所。森林公园内针叶林林海浩瀚，叶色碧绿纯美，落叶阔叶树种繁多，深秋霜林艳美。黄花梨规模巨大，春秋花果飘香；竹

类千亩，四季万竿耸翠。朝阳峰千米耸峙，潘家山断岫壁立，天生塔熔岩奇观。园内泉水常年不涸，清洌甘甜，碧玉镶缀，特别是夏天泉水透心冰爽，是天然的冰泉鱼池，园内放牛坪景区是3A级风景区，茨竹万亩梨花海“占断天下白，压尽人间花”的胜景也是闻名遐迩。南天门森林公园北临华釜山生态保护区、南靠茅庵森林公园，东西两侧分别为静观森林公园和渝北农业科技园。该地处华蓥山脉，海拔960米山上植被茂密，大片的竹林，自然的流水池，温差山上比山下低5℃～6℃，春季看花、夏季避暑、秋季摘果、冬季赏雪。

2) 与本工程的位置关系

本工程以钻爆隧道的方式穿越南天门森林公园1400m，该隧道总长2450m，隧道的始发井和接收井均位于森林公园范围以外。本工程与该森林的相对位置关系如图4.4-18所示。



图4.4-18 本工程与南天门森林公园的相对位置关系

3) 路由合理性分析

本工程通过钻爆隧道的方式穿越该森林公园，隧道的始发井和接收井

均位于森林公园范围以外，施工期不会对该森林公园造成扰动，同时，本工程为密闭输送的长输天然气管道，在该森林公园内不设置站场或阀室等永久建筑，运行期在该森林公园内无污染物排放。因此，本工程在该森林公园范围的线路走向是合理的。

4.4.3.5　重庆市合川区九峰山森林公园

1）　概况

九峰山位于合川境内水波洞西侧，是合川唯一的重庆市级森林公园。属于华莹山脉，主峰700多米，因山有九峰，故名九峰山。全山与狮峰山平行，走向为东北—西南，山林平实，植被原始。登峰可望合川城全景。

九峰山山上为砂岩、页岩风化所形成的酸性土壤，生长有茂密的松林、杉林及金竹等，山腰有大片的桔林。最具特色的大片的茶园，约有数百亩，沿山脊及坡缘分布，似绿色的锦缎，漂浮于云雾之间。文革中建有“知青”农场，遗址尚存。山坡尚保留有罕见的1958年大跃进时的小炼铁炉。

九峰山位于水波洞西侧，因山有九峰，故名九峰山。全山与狮峰山平行。登峰可望合川城全景。九峰山有大片的茶园，约有数百亩，沿山脊及坡缘分布。文革中建有“知青”农场，遗址尚存。山坡尚存有罕有的1958年大跃进时的小炼铁炉。九峰山山上为砂岩、页岩风化所形成的酸性土壤，生长有茂密的松林、杉林及金竹等，山腰有大片的桔林。

2）　与本工程的位置关系

本工程以钻爆法穿越重庆市合川区九峰山森林公园约2673m，穿越方式为隧道与开挖相结合。本工程与该森林公园的相对位置关系如图4.4-19所示。



图 4.4-19　本工程与重庆市合川区九峰山森林公园的相对位置关系图

3)　路由比选

九峰山森林公园位于重庆市合川区，根据沿线地形地貌特点，以及结合地方政府调研的意见。就线路在不同位置通过九峰山森林公园提出北线方案和南线方案进行比选。局部线路方案比选走向见图 4.4-20。

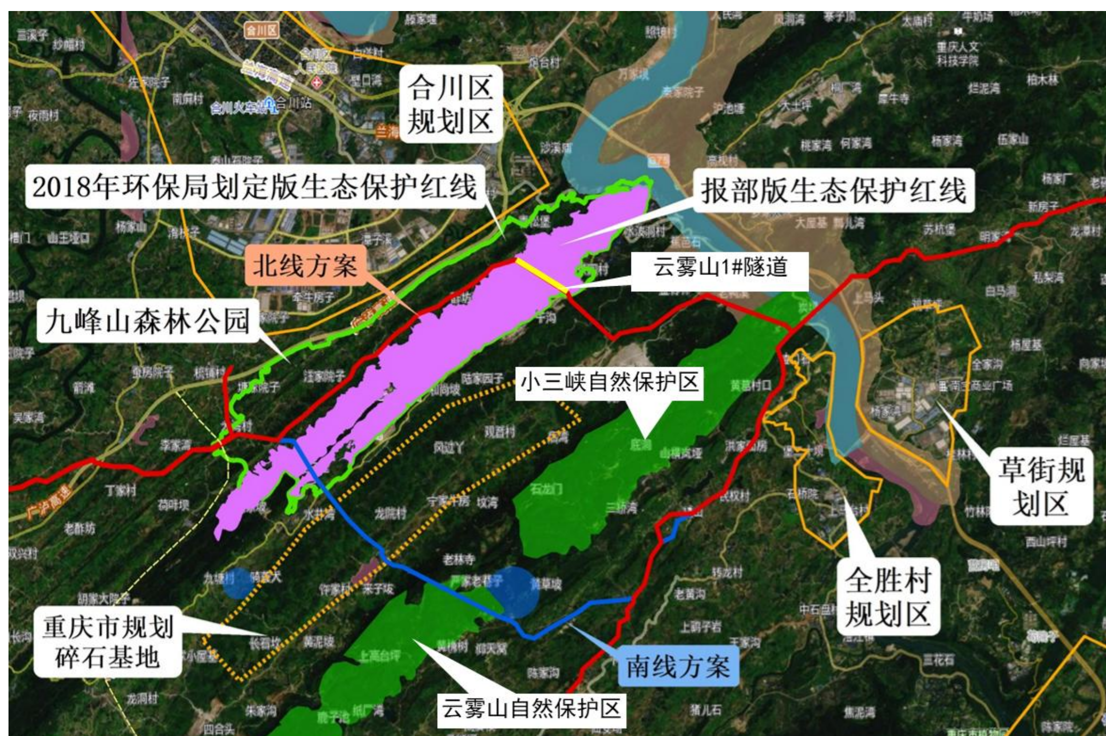


图 4.4-20 管道与九峰山森林公园相互关系示意图

(1) 比选方案描述

北线方案：比选段线路起于合川区官山湾，沿云雾山西侧山脚向东北方向敷设，至水洞子附近转向东，经过云雾山 1#隧道、云雾山 2#隧道、云雾山 3#隧道后进入北碚区，比选段终点炭坝村。线路长度约 12km。

南线方案：比选段线路起于合川区官山湾，线路向东南方向，经过云雾山 1#隧道、云雾山 2#隧道穿过云雾山后，进入璧山区，然后转向东北方向，在蒋家湾附近进入北碚区，沿云雾山东侧山脚敷设，直至比选段终点炭坝村。线路长度约 15km。

(2) 沿线自然概况

该比选段线路经过云雾山，为典型的山区地形。云雾山南北方向延伸，两个个比选方案东西走向，必须穿过云雾山，两个方案的过山位置地形条件相近，均无法直接翻山通过，考虑新建隧道。两个方案地形条件基本一致。

(3) 人口密集地段情况

该比选段线路穿过云雾山，山上人口较少，但在云雾山东侧山脚的谷地或半山的台地上，因为平地狭窄，民房或厂房相对聚集。因此，南线方

案在北碚区段沿线人口相对更加密集。北线方案沿线人口密集较低，北线方案更优。

(4) 沿线敏感区及矿产压覆

敏感区：北线方案通过九峰山森林公园和小三峡自然保护区（实验区）。南线方案通过九峰山森林公园和云雾山自然保护区。

矿产压覆：由于嘉陵江两岸 5km 范围内均禁止采矿，北线方案经过的原采矿区均已关停。而南线方案在云雾山 1#隧道和云雾山 2#隧道之间，为合川区新划定的采矿、采石区，路由从采矿区中间通过，对管道的安全不利，存在隐患。同时结合合川自规局的意见，南线方案经过的采矿区规模较大，且安置了大批矿产企业，若天然气管道通过，对矿区及地方安置工作带来较大影响，因此，地方部门不同意南线方案。

(5) 优缺点比较及方案推荐

两方案优缺点对比见表 4.4-7。

表 4.4-7 路由方案比选优缺点比较表

方案 项目	北线方案	南线方案
优点	1）线路长度较短； 2）沿线人口密度更低； 3）避开了采矿区；	1）山岭隧道长度更短。
缺点	1）山岭隧道长度较长。	1）线路长度较长； 2）北碚区段人口密度较大； 3）与地方规划采矿区冲突，通过采矿区对管道安全不利。

综上所述，北线方案线路长度更短，沿线人口密度较低，且与采矿区无冲突，同时符合地方发展需要，已取得地方自然资源与规划局的同意，因此，该段路由推荐北线方案。

4.4.4 穿越自然保护区路由可行性分析

本工程共穿越自然保护区 6 处，具体情况如表 4.4-7 所示。

表 4.4-7　本工程穿越自然保护区情况一览表

序号	名称	位置	级别	穿越功能区及长度	穿越方式
1	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区	四川省江安县	国家级	穿越缓冲区 560m	隧道
2	金刀峡自然保护区	重庆市北碚区	县级	穿越实验区 1.25km	隧道
3	小三峡自然保护区	重庆市北碚区	县级	穿越实验区约 900m，其中隧道穿越 790m，入口在保护区外，出口在保护区内，开挖穿越 110m。	隧道+开挖
4	大口鲶县级自然保护区	重庆市合川区	县级	实验区 350m	隧道
5	大风堡自然保护区	重庆市石柱县	省级	穿越实验区 4006m，新建油草河隧道(2750m)和新街隧道(2200m)穿越实验区	隧道
6	长江湖北宜昌中化鲟省级自然保护区	宜都市、猇亭区	省级	穿越实验区 1125m。	隧道

4.4.4.1　长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区

1)　保护区概况

(1)　保护区范围

2013 年 7 月 17 日，环境保护部以环函[2013]161 号《关于发布河北大海陀等 28 处国家级自然保护区面积、范围及功能区划的通知》对长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区进行了功能调整。调整后的长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区总面积 31713.8hm^2，其中核心区面积 10803.5hm^2，缓冲区面积 10561.2hm^2，实验区面积 10349.1hm^2，范围在东经 104°24′51.34″～106°24′19.19″，北纬 28°38′6.96″～29°20′40.92″之间。

保护区的长江干流范围从金沙江向家坝水电站坝中轴线下 1.8km 处至重庆地维大桥。保护区的支流范围包括赤水河河源至赤水河河口、岷江月波至岷江河口、越溪河下游码头上至新房子、长宁河下游古河镇至江安县、南广河下游落角星至南广镇、永宁河下游渠坝至永宁河口、沱江下游胡市镇至沱江河口。

保护区调整后重庆段核心区范围为从羊石镇(105°53′05″E，28°54′50″N)起至松溉镇(105°53′47.4″E，29°03′14.4″N)之间 23.33 千米的长江干流。其余省份境内的核心区范围没有调整。

保护区金沙江下游向家坝至重庆的马桑溪河段长度 387.06km，面积 25108hm^2，涉及到的行政区包括水富县、宜宾县、翠屏区、南溪县、江安县、

纳溪区、江阳区、龙马潭区、泸县、合江县、永川市、江津市、九龙坡区、大渡口区、巴南区等15个市区县。

保护区岷江河总段长度90.1km，总面积3361.68hm²，涉及宜宾县、翠屏区2个县区。

保护区赤水河河段总长度628.23km，总面积4057.063hm²，涉及威信、镇雄、叙永县、毕节市、古蔺县、金沙县、仁怀市、习水县、赤水市9个市县。

保护区南广河、永宁河、沱江和长宁河的河口区总长度57.22km，总面积647.47hm²，涉及翠屏区、江安县、纳溪区、江阳区、龙马潭区、长宁县等6个区县。

(2)　功能分区

根据保护区功能区划分原则，结合长江上游实际情况，“长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区”划分为三大功能区，即核心区、缓冲区和实验区。

(3)　保护对象

保护区主要保护对象是白鲟、达氏鲟、胭脂鱼等70种珍稀特有鱼类，以及大鲵和水獭及其生存的重要生境。属于珍稀鱼类有21种，其中，属于国家重点保护野生动物名录一级种类2种、二级保护种类1种，列入IUCN红色目录(1996)3种，列入CITES附录二(Ⅱ)2种，列入中国濒危动物红皮书(1998)9种，列入保护区相关省市保护鱼类名录15种

2)　本工程与该保护区的相对位置关系

本项目从江安县境内缓冲区通过(靠近宜宾泸州界)，从宜宾泸州界行政区划边缘宜宾江安县境内穿越长江。穿越工程左岸属江安县井口镇、右岸属江安县怡乐镇。上距离江安县约21km，下距离纳溪区约16km。在江安县怡乐镇段穿越长江上游特有珍稀鱼类自然保护区的缓冲区，穿越长度560m，穿越方式为隧道穿越。本工程与该自然保护区的相对位置关系如图4.4-20所示。



图 4.4-20 建设项目与保护区关系示意图

3） 路由比选

（1） 大范围路由比选

结合储气库分布及泸县注入管道泸县首站位置，对牟家坪、老翁场储气库配套管道提出牟家坪站-老翁场站-泸县注入站和老翁场站-牟家坪站-泸县注入站两个方案的比选。管道经过地区地形地貌主要为丘陵地貌，海拔高程 300～500m，相对一般高差 20～50m，局部为 100～150m。

（a） 方案一：牟家坪站-老翁场站-泸县注入站

管道起自宜宾市长宁县牟家坪站，经宜宾市长宁县、江安县，泸州市江阳区，自贡市富顺县、泸州市泸县，止于泸县注入管道泸县首站，线路长度 102.6km。具体走向如下：

管道起自宜宾市长宁县牟家坪站，经宜宾市长宁县梅白乡、开佛乡，在羊五村穿越长宁河向东翻越佛来山，进入老翁镇，在老翁镇北设老翁场站，向东北敷设进入江安县，经蟠龙乡、夕佳阳镇、留耕镇、怡乐镇，穿越长江进入井口镇，向北敷设经四面山镇进入泸州市江阳区丹林镇，经通滩镇、石寨镇进入自贡市富顺县，经怀德镇司湾村，向北经坝中村，在菊

花村进入泸州市泸县潮河镇，经金银岩村、秦庄村、曹嘴村、官房村，在石鱼村穿越蓉遵高速进入天兴镇，经方湾村、场口村、金盆村，止于泸县注入管道泸县首站。

(b) 方案二：老翁场站-牟家坪站-泸县注入站

管道起自宜宾市长宁县老翁场站，经宜宾市长宁县、翠屏区，南溪区、自贡市富顺县、泸州市泸县，止于泸县注入管道泸县首站，线路长度111.7km。具体走向如下：

管道管道起自宜宾市长宁县老翁场站，经宜宾市长宁县老翁场镇，向西翻越佛来山进入开佛乡，管道向西敷设在梅白乡设牟家坪站，出站后向西进入翠屏区，经牟坪镇、宋家乡、李庄镇，在李庄镇东侧穿越长江进入南溪区，经罗龙街道、刘家镇、仙临镇进入自贡市富顺县，经安溪镇、赵化镇，在赵化镇穿越沱江，进入万寿镇，向东北方向敷设，经宝庆乡进入弄贯山区，穿越G4215蓉遵高速，后沿山脊敷设在童寺镇域内出富顺县进入泸州市泸县，管道折向东经福集镇、天兴镇到达泸县注入管道泸县首站。

两方案线路路由走向详见图4.4-21。

方案一管道通过行政区域为长宁县-江安县-江阳区-富顺县-泸县，管道出长宁县后基本沿江安县-江阳区-富顺县行政区域的边缘地带通过，沿线无大型的城镇规划，对地方国土空间规划基本无影响，方案二通过了宜宾下江北-李庄-罗龙-南溪长江发展经济带，沿长江有成片的城镇规划，管道需经过规划区约3km，详见图4.4-22。

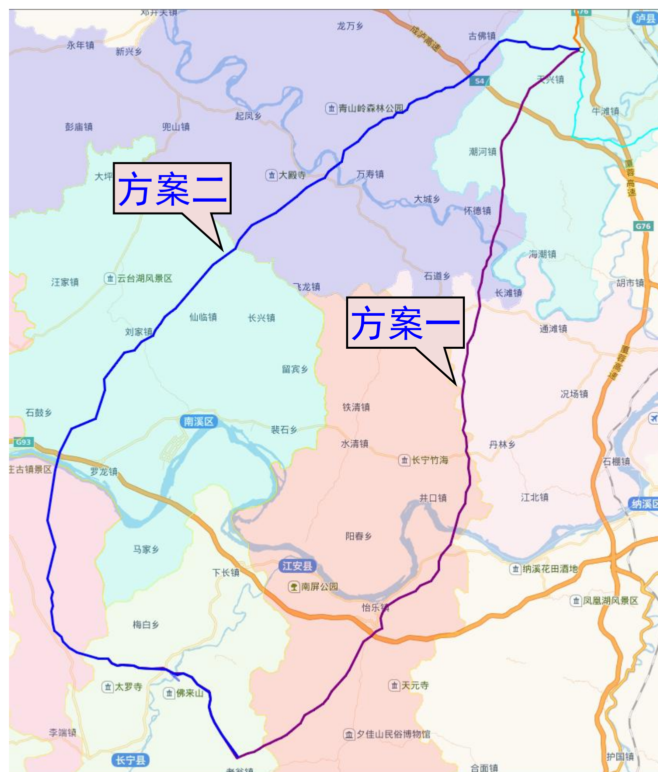


图 4.4-22　牟家坪、老翁场储气库配套管道线路方案走向图



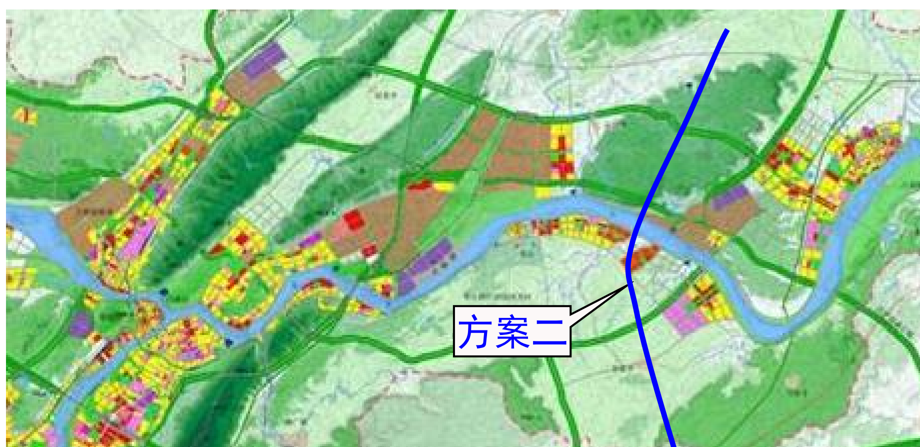


图 4.4-22　方案二通过长江发展经济带示意图

(c) 方案比选

表 4.4-8 两个方案主要工程量及经济对比

序号	项目	单位	方案一	方案二
一	线路长度	Km	102.6	111.7
二	地形地貌			
1	丘陵	Km	96.6	98.7
2	山区	Km	6	12
三	穿跨越工程			
1	穿越水域大中型工程	m/次	2500/3	3000/3
2	高等级公路	m/次	490/7	570/8
3	铁路	m/次	80/1	80/1
四	困难地段长度	Km	6	12
五	土石方			
1	土方量	104m3	85.28	92.93
2	土方量	104m3	45.82	51.74
六	施工便道			
1	新建	Km	15.5	15
2	改、扩建	Km	33	35
七	伴行道路			
1	新建	Km	6.5	8
2	改、扩建	Km	16.5	18
八	征(占)地			
1	永久征地	104m2	7.87	9.01
2	临时征地	104m2	217.47	233.36
九	工程投资	亿元	9.28	10.11

方案优缺点对比见表 4.4-8。

表 4.4-8 优缺点对比表

项目	方案一	方案二
优点	1)线路总长度短 8.1km、水域大中型穿越长度短 0.5km，线路总体工程量较小；2)管道通过山区主要集中在翻越佛来山段，总体山区段长度较短；3)管道通过区域长宁县-江安县-江阳区-富顺县-泸县，基本沿江安县-江阳区-富顺县行政区域的边缘地带通过，沿线无大型的城镇规划，对地方国土空间规划基本无影响。4)投资相对较低	进入泸县段远离泸县龙城大道无需提高设计系数(按 0.6 设计系数)，普通二级地区用管即可。
缺点	1)进入泸县段并行泸县龙城大道(并行距离约 1km)敷设约 3km，后期城镇发展可能沿龙城大道聚集，需考虑提高设计系数(按 0.5 设计系数)，增大管道壁厚。	1)线路总长度长 8.1km、水域大中型穿越长度长 0.5km，线路总体工程量较大；2)管道通过山区主要集中在翻越佛来山段，老君山段、龙贯山段，总体山区段长度较短；3)长江穿越需采用隧道方式，工期较长。4)管道通过宜宾下江北-李庄-罗龙-南溪长江发展经济带，沿长江有成片的城镇规划，管道需经过规划区约 3km，对地方国土空间规划一定影响，协调有一定难度。5)投资相对较高。

水生生态比选	在长江江安怡乐镇段穿越长江，位于长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区的缓冲区和实验区的交界处	在长江李庄镇段穿越长江，位于长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区的核心区，对保护区和鱼类的影响比方案一大。

综上，相对于方案二，方案一走向更加顺直，长度更短，工期可控；此外，方案一避开了宜宾市沿长江经济发展规划区，对国土空间城乡规划基本无影响，虽与泸县龙城大道并行敷设，经过与地方接洽，目前沿龙城大道暂无规划，从长远分析，龙城大道附近可能会聚集人口，适当提高管道设计系数并与道路保持一定距离，可达到管道完整性管理的要求；加之方案一投资更省；同时方案二穿越保护区的核心区，对保护区和鱼类影响较大；综合比选后管道走向方案推荐方案一。

(4)　局部路由比选

根据前期调研工作收集到的资料，管线穿越长江处的外部环境复杂，涉及长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、二级饮用水源保护区(泸州市纳溪区长江大渡口集中式饮用水水源保护区)、城镇规划区和跨江大桥过江通道。长江上游特有珍稀鱼类国家级自然保护区以宜宾市和泸州市为界，宜宾江安县境内为缓冲区，泸州纳溪区、江阳区境内为实验区。同时在靠近宜泸分界线泸州一侧拟建大渡口长江大桥，大桥与宜宾泸州界最近距离为60m。

根据长江穿越处的外部环境以及宜宾市江安县、泸州市纳溪区、江阳区政府的回函意见，管道通过长江提出三个比选方案：

方案一：从江安县境内缓冲区通过(靠近宜宾泸州界)，此方案从宜宾泸州界行政区划边缘宜宾江安县境内通过，除穿越长江上游特有珍稀鱼类自然保护区的缓冲区外，已避让开其他外界规划区及环境敏感点。本方案管道整体长度约102.6km，江安县自然资源和规划局、江安生态环境局和江安县水利局的复函见附件4、5和6。

方案二：从纳溪区、江阳区境内实验区通过(靠近宜宾泸州界)，该方案通过了大渡口镇规划区、泸州市纳溪区长江大渡口集中式饮用水水源保护区、从大渡口长江大桥下游过江且与长江大桥最近距离为100m，纳溪区自规局意见因规划区土地已批复另做他用，不支持此方案。同时大桥建成以后将拉动地区经济发展，管道建成后必将形成高后果区，存在较高安全

风险。本方案管道整体长度约 103.1km。

方案三：从纳溪区、江阳区境内实验区通过，江阳区政府相关部门提出，长江北岸正规划建设港口码头、铁路等，若建设管道工程，将影响地区规划，不支持此方案。管道进入纳溪区腹地，将影响地区规划，纳溪区政府也不支持此方案。本方案管道整体长度约 112.6km。

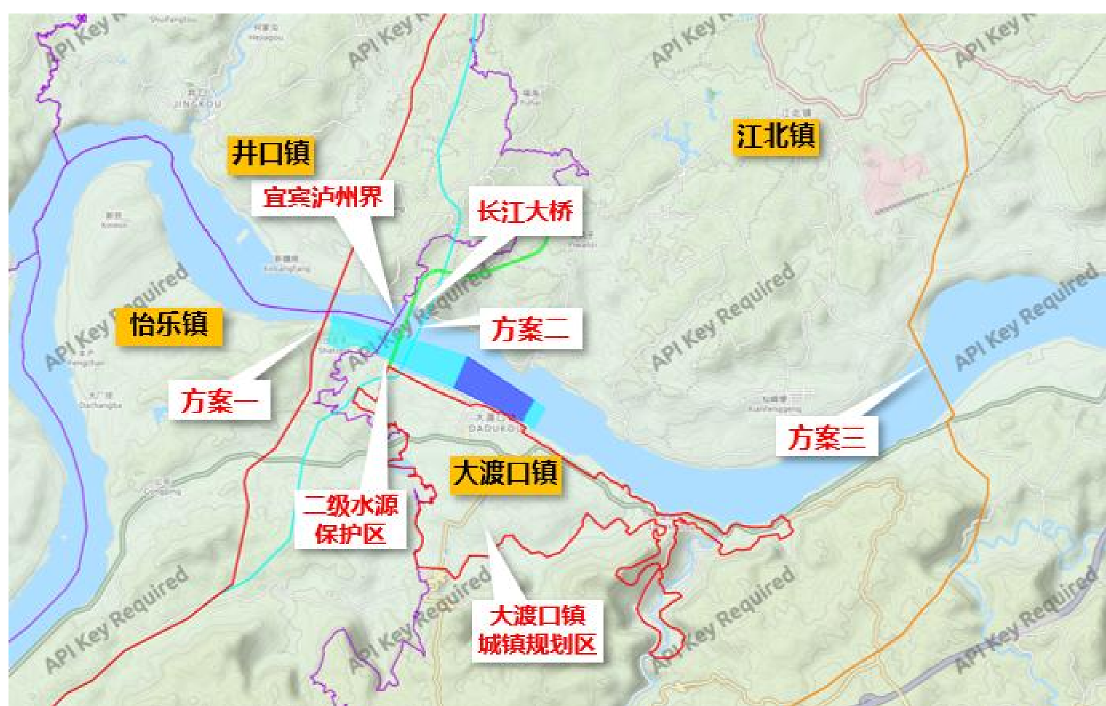


图 4.4-23 局部线路比选方案走向示意图

综上，根据长江穿越外部环境，同时结合地方政府的意见，综合管道投资考虑，以管道的方式下穿保护区的缓冲区，不占用保护区面积。推荐方案一作为长江穿越方案。

4.4.4.2　金刀峡自然保护区

干线管道工程穿越北碚区，该区生态保护红线密集，且呈南北条带状分布，而本工程呈东西走向，无法避让这一区域生态保护红线，具体见图 4.4-24。因此本部分不作路由比选分析，重点从扰动较小的隧道方式分析线路的合理性。

管道通过中梁山 2#隧道穿越金刀峡县级自然保护区实验区，隧道穿越长度约 1030m，隧道进出口均位于保护区之外，工程未占用保护区地表植被，

对保护区珍稀濒危及重点保护物种影响轻微。隧道穿越区域距离重庆北碚金刀峡县级自然保护区缓冲区最近距离为2.8km，距离保护区核心区最近距离为5km。工程在保护区内不设置输气管、设备、材料存放场地及施工营地等临时用地，见图4.4-25。

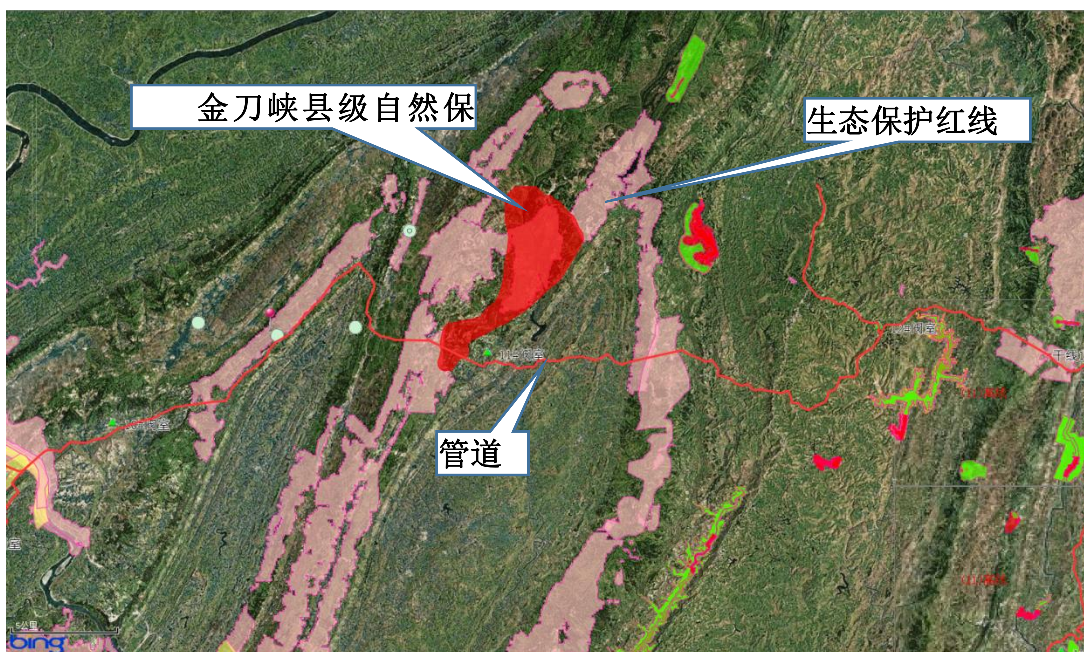


图4.4-24　项目区周边生态红线分布情况

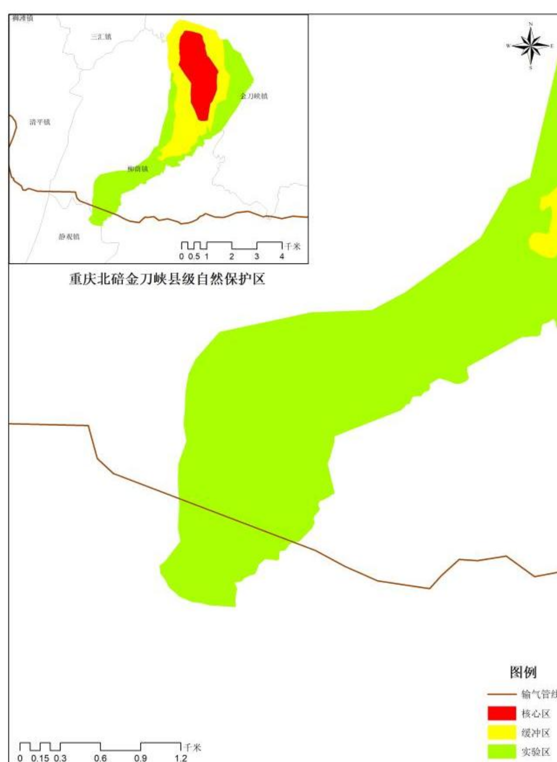


图4.4-25　项目与保护区位置关系

4.4.4.3　小三峡自然保护区、大口鲶县级自然保护区

由于缙云山风景名胜区、小三峡自然保护区、大口鲶县级自然保护区、三江湿地公园、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区等 5 处环境敏感区集中分布在管道穿越嘉陵江周边，因此总体的路由比选以 5 处环境敏感区综合考虑进行比选。具体见三江国家湿地公园比选分析。

4.4.4.4　大风堡自然保护区

由于大风堡自然保护区段之前，管道选择与川气东送一线并行的路由，最大限度减小新的廊道产生的不利环境影响。同时由于石柱县的生态保护红线面积大，范围广，且呈南北向分布，管道无法避让生态保护红线、自然保护区等环境敏感点，因此在通过环境敏感区方面，通过采取隧道方式，最大限度最小了对自然保护区的扰动，同时在穿越沿线生态保护红线时，利用川气东送一线工程的已建隧道，减少生态影响。

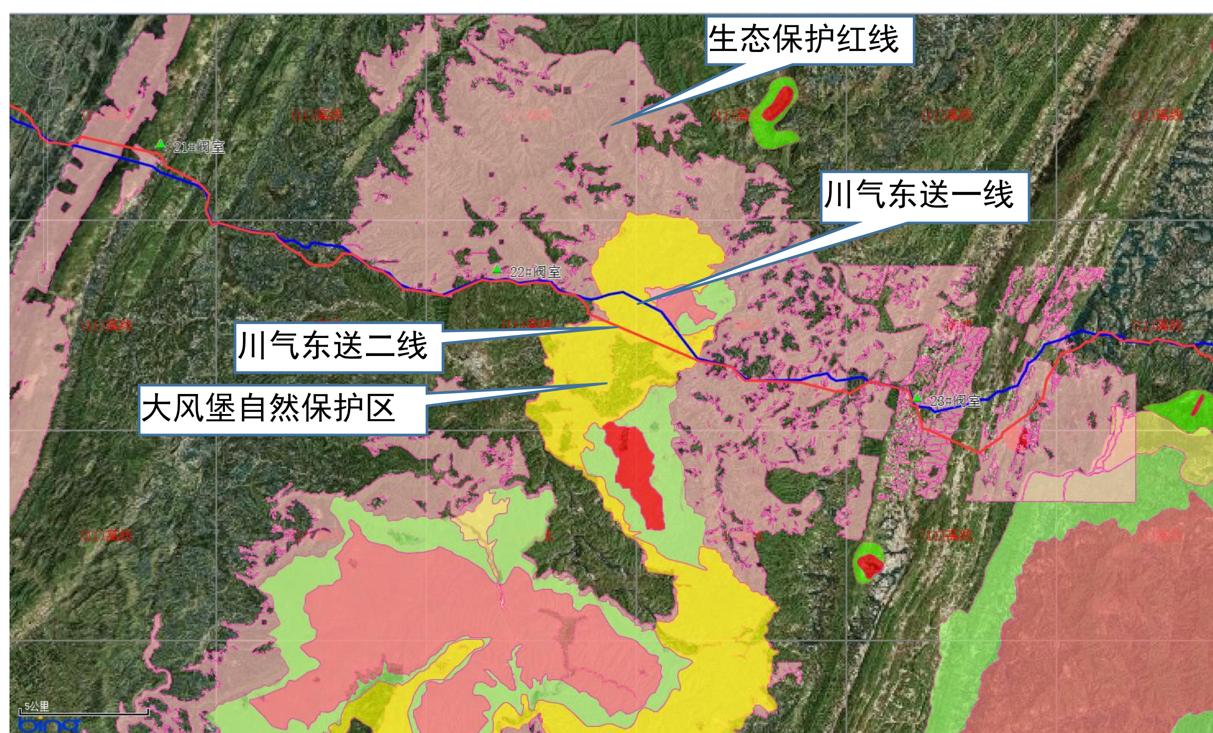


图 4.4-26　工程与周边生态保护红线和大风堡自然保护区的关系

4.4.4.5　长江湖北宜昌中化鲟省级自然保护区

1)　长江穿越具有以下特点

(1)　管线穿越处，枯水期江面宽约 1000m(水位 36.3m)，洪水期江面

宽约 1150m(水位 50.00m)。

(2) 河谷断面总体上呈不对称宽“U”型谷，南岸稍陡，北岸较平缓。

(3) 管道穿越区内土体在不同的部位土质类型存在一定的差异，且沉积时代也不尽相同。北岸上部为粉质粘土、粉土，下部为细砂、卵石:河床段主要为卵石:南岸段则主要以粉质粘土和密实细砂及卵石土为主。

本管道工程途径人口相对稠密，途径地形复杂，穿跨越方式的选择应该根据地形地貌、水文、工程地质、环境、交通运输等多方 面因素综合分析，以确保管道安全为第一前提，在施工工期满足整个工程要求的前提下，应尽量选择投资低、施工简单的穿跨越方式。

管道通过河流方式根据不同的地质条件和自然地理条件，通常 有穿越和跨越两种方式。常用的穿越型式，穿越方式、适用条件及 优缺点下所示。

表 2.4-1 穿越型式一览表

穿越方式	挖沟方式	无水挖沟	围堰导流法
		带水开挖	带水开挖、沉管
	非开挖方式	定向钻穿越	
		盾构隧道穿越	
		顶管隧道法穿越	
		水下钻爆隧道法	

由于长江水域宽度达 1000 m，跨度较大，因此无论采用多跨悬索或者斜拉索跨越方案，还是采用析架与悬索或斜拉索组合跨越方案，都需要在河道内修建桥墩，工程造价高，施工工期长，且跨越方式管线容易被打孔和遭到人为破坏，安全性差，不利于管道长期安全运营，故本工程不推荐采用跨越方案。

对于穿越方式，目前常用的有开挖、定向钻、顶管隧道、盾构隧道等穿越方式，下面分别对 4 种穿越方式进行论述:

开挖穿越:对于开挖穿越，通常适用于不通航、枯水季节流量小、水深浅、导流方便、冲刷深度小的河流。而长江水面宽、冲刷深度大，且长江为重要通航河流，穿越位置为湖北宜昌中华鲜省级自然保护区，因此不推荐开挖穿越方案。

定向钻穿越：定向钻穿越具有对环境影响小，不影响通航，不影响水

生物和鱼类生息，适用地层较广，埋深较深的特点，在投资、环保、施工周期等方面相对于顶管隧道、盾构隧道等隧道穿越均有很大优势，同时，管道地上焊接方便快捷，且安全可靠性高。缺点是如果施工控制不好，容易发生冒浆，同时，由于管径较大，沙土地层穿越容易塌孔，粘性土地层穿越容易抱钻杆，可能导致穿越困难。参考国内外大管径、长距离定向钻穿越工程经验，结合本工程穿越处地层主要为岩石层，适宜定向钻穿越。但由于定向钻穿越需要一定的预制及回拖场地，本次长江穿越附近没有足够的回拖场地，故不推荐定向钻穿越。

顶管隧道穿越：顶管法施工相对定向钻，地层适应性较广，除了定向钻适应的地层外，还可穿越卵石层和岩石层，但是在岩石层需要配备岩石顶管刀盘。如采用顶管方式穿越长江，则穿越长度达 1400m。以目前国内泥水平衡顶管施工能力，对土质、砂质地层顶进距离在 1000m 内，其施工风险较小。而长江穿越距离长、大管径顶进难度大、风险极高，施工工期难以控制。因此长江不推荐顶管穿越方式。

盾构穿越：盾构穿越能力强，能较好的适应地层的复杂性、不稳定性，进行长距离穿越。尤其是泥水平衡盾构工法能较好的适应地层的不稳定性和渗水影响。通过密闭的操作空间和切削刀具以及合理的泥浆配比，可以充分适应各种地层，并有效确保人员的安全。通过选用良好的密封设备，其承压能力可有效的防止塌孔；同时采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，防止大量的涌水。

对于本工程穿越，采用 1 次盾构隧道穿越河道和两岸大堤，盾构穿越长度约为 1400m，根据目前国内的盾构施工能力，穿越成功率高，施工工期可控。

根据上述可行性分析，参考川气东送一线及忠武线穿越长江工程经验，推荐川气东送二线长江穿越采用盾构穿越方案。

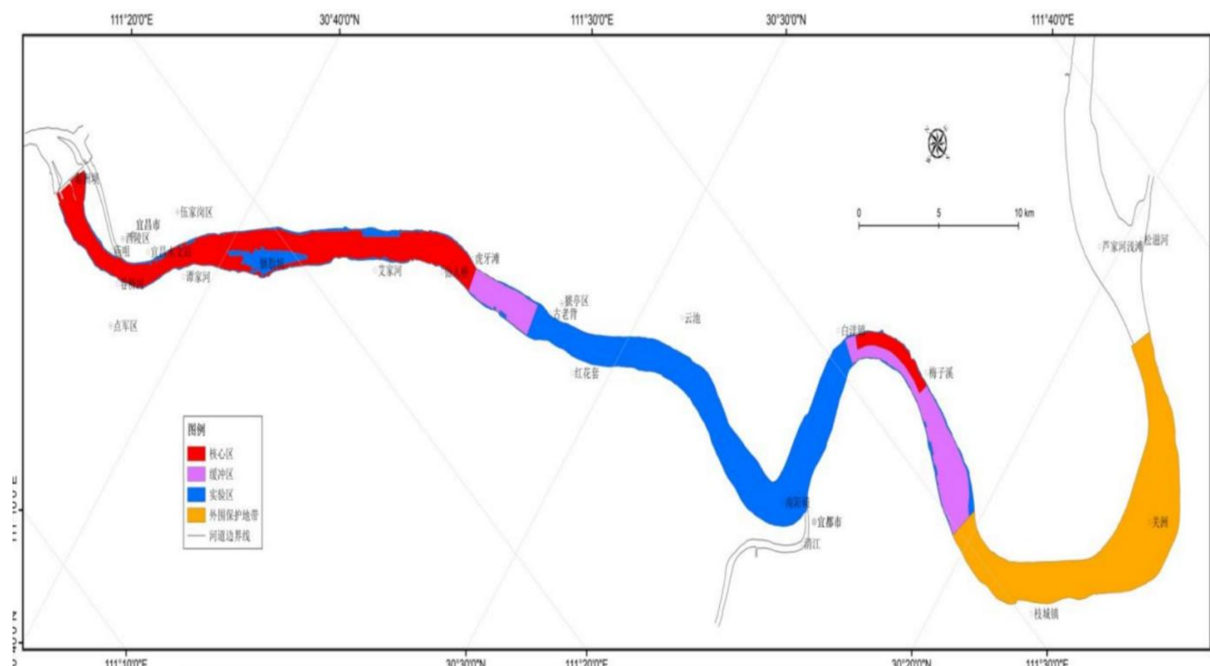


图 4.4-27　长江湖北宜昌中化鲟省级自然保护区功能分区图

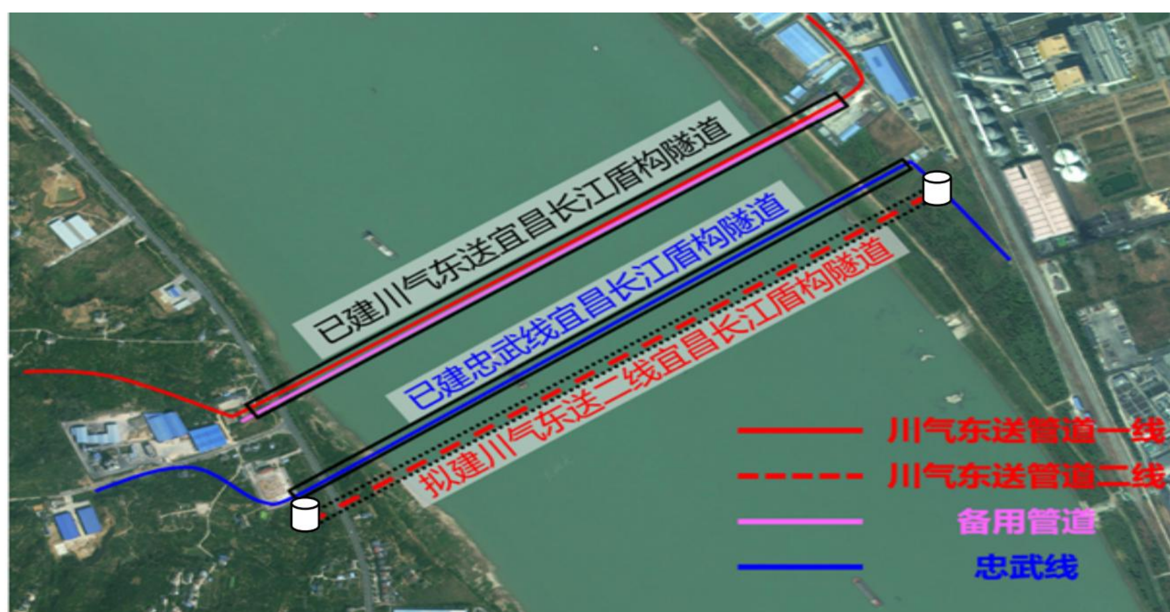


图 4.4-28　川气东送一线及忠武线穿越长江情况

4.4.5　穿越风景名胜区路由可行性分析

本工程穿越风景名胜区 3 处，具体情况如表 4.4-11 所示。

表 4.4-11　本工程穿越风景名胜区一览

序号	名称	位置	级别	穿越长度	穿越方式
1	合川区缙云山国家级风景名胜区	重庆市合川区	国家级	1087m	隧道
2	甘井沟风景名胜区	重庆市忠县	省级	穿越二级保护区 2000m	陆域开挖 1800m，大开挖穿越戚家河 200m
3	重庆长寿湖风景名胜区	长寿区	省级	穿越一般游憩区 1.7km	开挖

4.4.5.1　合川区缙云山国家级风景名胜区

1)　风景名胜区概况

缙云山国家级风景名胜区整体呈南北狭长条状，包含在北碚区、合川区内。风景名胜区总面积为 125.18km^2，外围保护地带 5.08km^2。以缙云山的奇峰耸翠、苍茫林海，钓鱼城的古战场历史遗迹和嘉陵江小三峡秀美的自然风光为景观特色，以旅游观光、科考研究、避暑休闲和历史遗存展示为主要功能的综合型国家级风景名胜区。风景区的景源特色可概括为四个字："古、幽、险、雄。"缙云山拥有国家级的自然保护区，保护区内聚集了维管束植物(不含苔藓)198 科、766 属、1422 种，其中蕨类植物裸子植物 7 科、14 属、18 种；被子植物 153 科、678 属、1263 种。成为西南地区乃至中国重要的亚热带常绿阔叶林植物宝库，为研究自然生态植物演变提供了极佳的科学研究基地。

风景名胜区的总目标为：严格保护风景区资源及其环境，将缙云山建设成为中国最完整、最具有代表性的亚热带常绿阔叶林林区和植物物种基因库，将钓鱼城遗址建设成为西南地区抗元文物的收藏中心、展示中心、宣传中心和研究中心；同时完善配套基础设施，提升打造景区景点品质，合理利用风景资源，提高旅游产业对当地经济的带动作用。

根据现状特征、景观资源的分布，规划风景名胜区将形成黛湖景区、缙云寺景区、石华寺景区、植物园景区、钓鱼城遗址景区、农业观光区、嘉陵江峡谷观赏区、北温泉景区八大景区。

根据《风景名胜区规划规范》要求，结合自然地理特征、景源特征和土地利用现状，将整个风景区土地按主要利用性质划分为风景游赏用地、游览设施用地、居民社会用地、交通与工程用地、林地、园地、耕地和水

域及特殊用地等八大类。

风景名胜区整体呈南北狭长条状，分布于北碚区、合川区境内，总面积为 125.18km²，外围保护地带 5.08km²。分级保护区包括：一级保护区、二级保护区和三级保护区。

2） 穿越情况

拟选定线路方案从缙云国家级山风景名胜区中部穿越风景名胜区二级保护区和三级保护区，穿越方式为隧道。

3） 路由合理性分析

在缙云山国家级风景名胜区段，根据周边的环境敏感区、规划区情况，以及沿线地形地貌特点，结合地方政府调研的意见，选定唯一线路。

缙云山风景名胜区位于合川区中部向南延伸至北碚区，南北纵轴长度约 33km。在本工程线路总体走向已经确定从合川和北碚之间通过的前提下，穿越位置南北两侧分别受限于合川规划区和北碚规划区，而在两处规划区之间的区域为缙云山国家级风景名胜区的范围，因此，本工程该段线路路由无法完全避绕。缙云山国家级风景名胜区及嘉陵江穿越处路由已取得地方自然资源与规划局等相关部门的原则上同意意见。线路走向见图 4.4-29。



图 4.4-29　线路走向

4.4.5.2　忠县甘井沟风景名胜区

1)　风景名胜区概况

2000 年，忠县甘井沟风景名胜区被重庆市人民政府批准为市(省)级风景名胜区。甘井沟风景名胜区(以下简称风景区)位于长江北岸，紧邻忠县县城，风景名胜区面积 65.2km²。风景区被忠县县城和长江分为南北两部分。其长江北岸部分，西至铁山寺，北以天池、巴营林场界为风景区界，南以乡村公路为界，巴营林场段南至县城规划区界，东以甘井湖以上分水岭为界，其面积 62.3km²；其长江南岸部分，范围以《翠屏山规划》确定的边界为界，即北至长江，西至神溪河，东南至张家山、冉家湾文峰塔、三台寺，但不含东溪镇镇区范围，其面积 2.9km²。

风景区共分为四个景区，即天池景区、巴营景区、甘井湖景区和翠屏山景区。景区划分以利于保护生态环境及景观资源，便于管理，便于开发，按照现状实际并兼顾农副业发展为前提，充分展示各景区各具特色的风景资源。

风景区围绕湖泊、森林这条主线展开，以湖泊峡谷和森林景观为主要内容，同时辅以奇峰异石等自然景观，突出各景区特色，以休闲度假为主，观光旅游为辅。

该风景名胜区的功能分区包括生态保护区、自然景观保护区、风景游赏区、风景恢复区、发展控制区、外围保护区等 6 大分区。

2)　穿越情况

本工程干线管道工程穿越甘井沟风景名胜区二级保护区，涉及管线长度 2.15km，占用风景区地表面积 5.16hm²，均为临时用地，其中林地面积 1.22466hm²，耕地面积 3.786hm²，水域面积 0.126hm²，建设用地面积 0.0366hm²。工程距离忠县甘井沟风景名胜区一级保护区最近距离为 16.4km，距离风景名胜区特级保护区最近距离为 15.7km。

本工程与该风景名胜区的相对位置关系如图 4.4-30 所示。

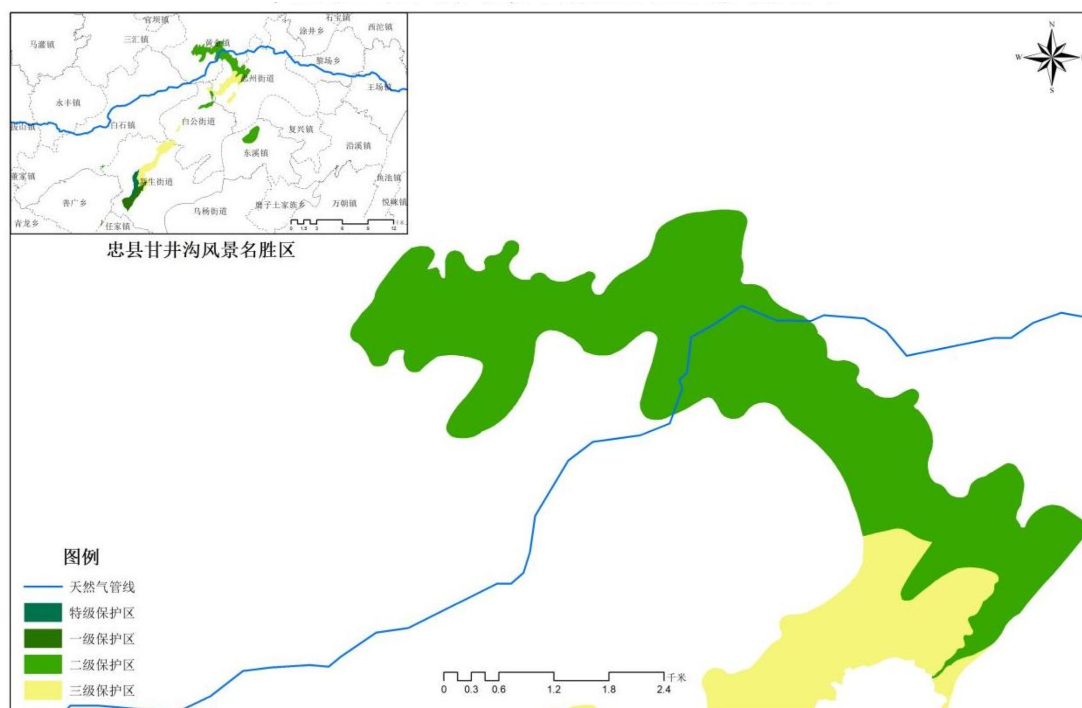


图 4.4-30　本工程与忠县甘井沟风景名胜区的相对位置关系

3)　路由合理性分析

本工程在风景名胜区内无永久占地，临时占地相对较小，根据生物多样性影响计算指数结果可知，评价区生物多样性影响指数值为 23.95～25.97 之间，为中低度影响。因此，项目建设对忠县甘井沟风景名胜区生物多样性较低，线路选线合理。

4.4.5.3　重庆长寿湖风景名胜区

1)　风景名胜区概况

1997 年，重庆市人民政府以渝府[1999]74 号文批准成立重庆长寿湖市级风景名胜区。被誉为“西南内海”之称的长寿湖是西南地区最大的人工湖泊，该风景名胜区介于北纬 29.54°～30.50°、东经 107.19°～107.25°之间，位于主城区东北方向，长寿区、垫江县和涪陵区交界处；距离重庆主城区 85km，距离长寿区政府所在地凤城镇 28km。临近渝涪高速公路，距涪陵约 70km。长寿湖风景名胜区在行政区划上分别跨长寿区长寿湖镇、龙河镇、石堰镇、云集镇和垫江县三溪镇、坪山镇、白家镇。

该风景名胜区包括自然景观保护区、风景游览区、风景恢复区、发展控制区等四个功能分区。该风景名胜区的功能分区如图 4.4-31 所示。

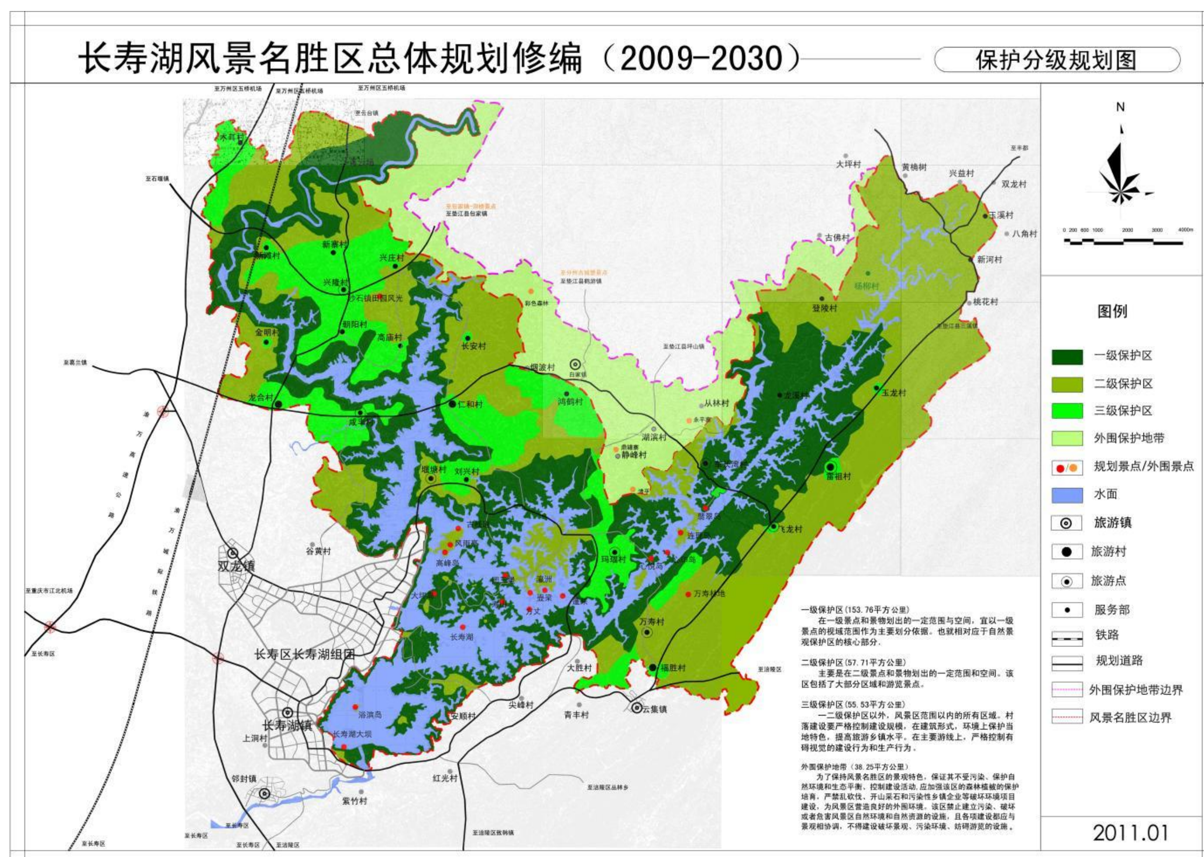


图 4.4-31　长寿湖风景名胜区功能分区图

2）　路由比选

长寿湖风景区位于重庆市长寿区，根据沿线地形地貌特点，就黄草峡支线石堰镇境内线路段是否通过长寿湖风景区提出东线方案和西线方案进行比选，局部线路方案比选走向见图 4.4-32。

(1)　比选方案描述

西线方案：比选段线路起于长寿区云台镇安坪村，沿郑渝高铁东侧向南，并于海天村穿越 243 国道，转向西南，后经窝塘村再次穿越 243 国道，继续向南，最后进入比选终点石安村，线路长度约 8.4km。

东线方案：比选段线路起于长寿区云台镇安坪村，于庙坝村穿越 G50 沪渝高速，沿高速东侧一直向南敷设，先后经高洞村、木耳村，于朱家湾穿越郑渝高铁后，转向西南方向，最后进入比选终点石安村，线路长度约 7.8km。

(2)　人口密集地段情况

该比选段线路经过石堰镇东侧，因为距石堰镇场镇较近，故民房较为

聚集，因此西线方案在石堰镇境内沿线人口相对密集，东线方案远离场镇，沿线人口密度较低，东线方案更优。

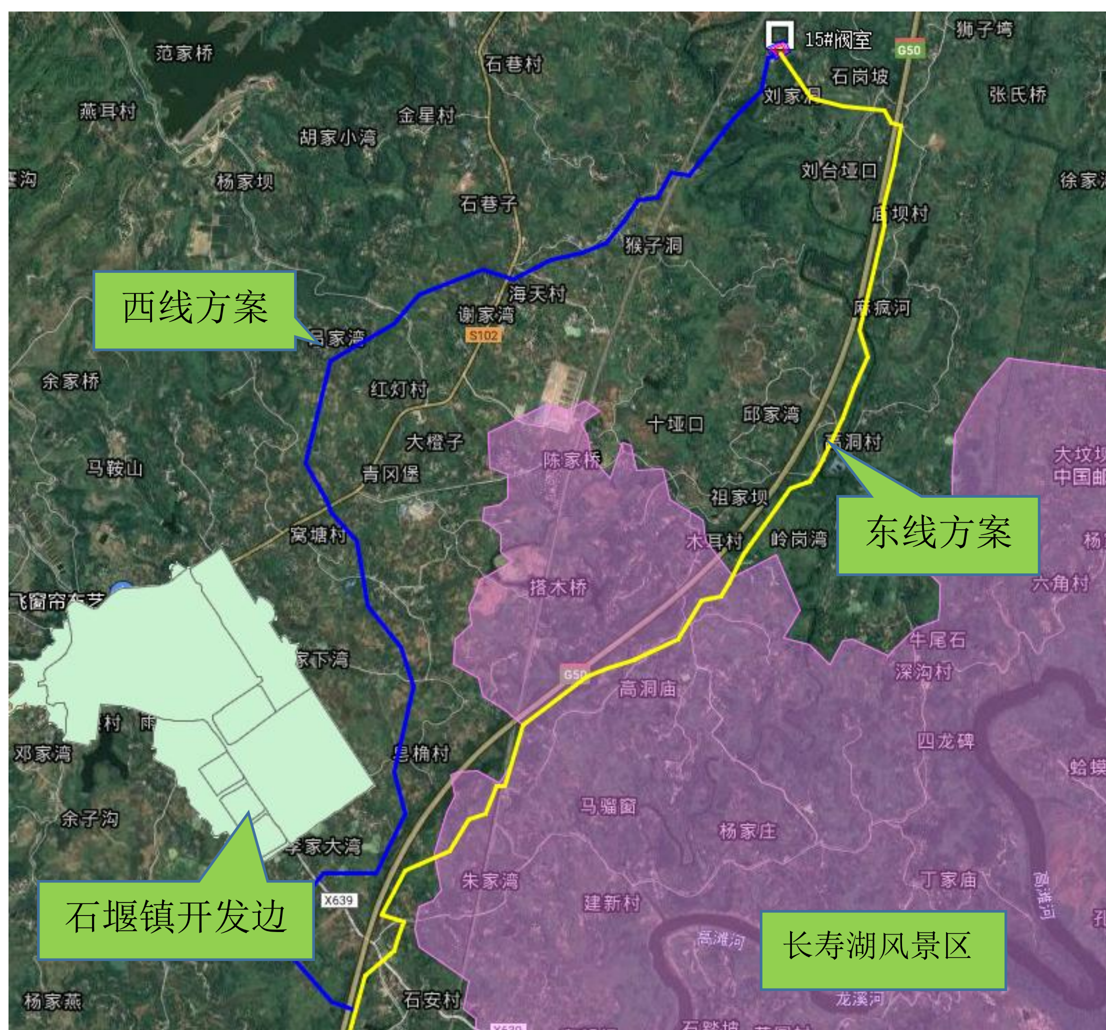


图 4.4-32　管道与长寿湖风景名胜区相互关系示意图

（3）　沿线风景名胜区及地方规划部门意见

风景区：西线方案未经过长寿湖风景区，东线方案穿越长寿湖景区，穿越长度约为 2.64km。

地方规划：东线方案沿高速东侧，长距离与高速并行敷设，远离石堰镇场镇，最大可能避免与地方经济社会发展的冲突，降低对地方城镇发展空间的影响，而西线方案距离石堰镇开发边界较近，为避免影响石堰镇远期规划建设，因此不同意西线方案。

（4）　优缺点比较及方案推荐

两方案优缺点对比见表 4.4-12。

表 4.4-12　路由方案比选优缺点比较表

项目＼方案	西线方案	东线方案
优点	1）未穿越长寿湖景区；	1）线路更短； 2）远离城镇； 3）沿线人口密度较低
缺点	1）线路较长； 2）沿线人口较为密集； 3）距离石堰镇开发边界较近，地方阻力较大。	1）穿越长寿湖风景区

综上所述，东线方案线路长度更短，沿线人口密度较低，同时符合地方发展需要，已取得地方自然资源与规划局的同意，因此，该段路由推荐东线方案。

4.4.6　穿越水源保护区路由可行性分析

4.4.6.1　黄金村地下水源地保护区

黄金村地下水源地保护区位于合川区清平镇黄金村，本工程穿越黄金村水源地线路长度约 410m，清平镇境内管道总体走向见图 4.4-34、管道与水源地的相互关系见 4.4-35。



图 4.4-34　清平镇境内管道整体走向图



图 4.4-35　管道与黄金村地下水水源地相互关系示意图

为避免管道影响清平镇远期向南规划、发展，按照地方规划部门及清平镇意见，线路应沿清平镇西侧山区中生态红线边缘敷设，并于清平镇福

林村北侧转而向东，因此本工程于清平镇境内路由总体走向原则为自南向北，其中黄金村地下水水源地范围内管线西侧为合川区生态红线，山势陡峭，机具无法行走，需大量削方，对自然环境破坏较大，也为后期管道运营带来极大的安全风险；东侧石河水库与清平镇规划边界相交，无管线通过空间，故此段路由十分唯一，无法绕避黄金村地下水水源地。在后期实施中，尽量减少施工占地面积，以最大程度降低对该水源地的影响。

4.4.6.2　恩施市蛇皮洞水源保护区

本段路由自西向东敷设，沿线属于典型的喀斯特地貌，山峰林立，沟壑纵横。蛇皮洞水源保护区位于红岩寺镇南侧一处较宽阔的平缓台地，再南侧为陡峭山峰。

蛇皮洞水源地呈南北方向，管道呈东西走向，考虑避让该水源保护区有往北绕避及往南绕避两个路由方案。若往北绕避，路由则进入红岩寺镇规划区之内，且穿越一处采矿场，因此往北绕避不可行，方案路由示意图如下：

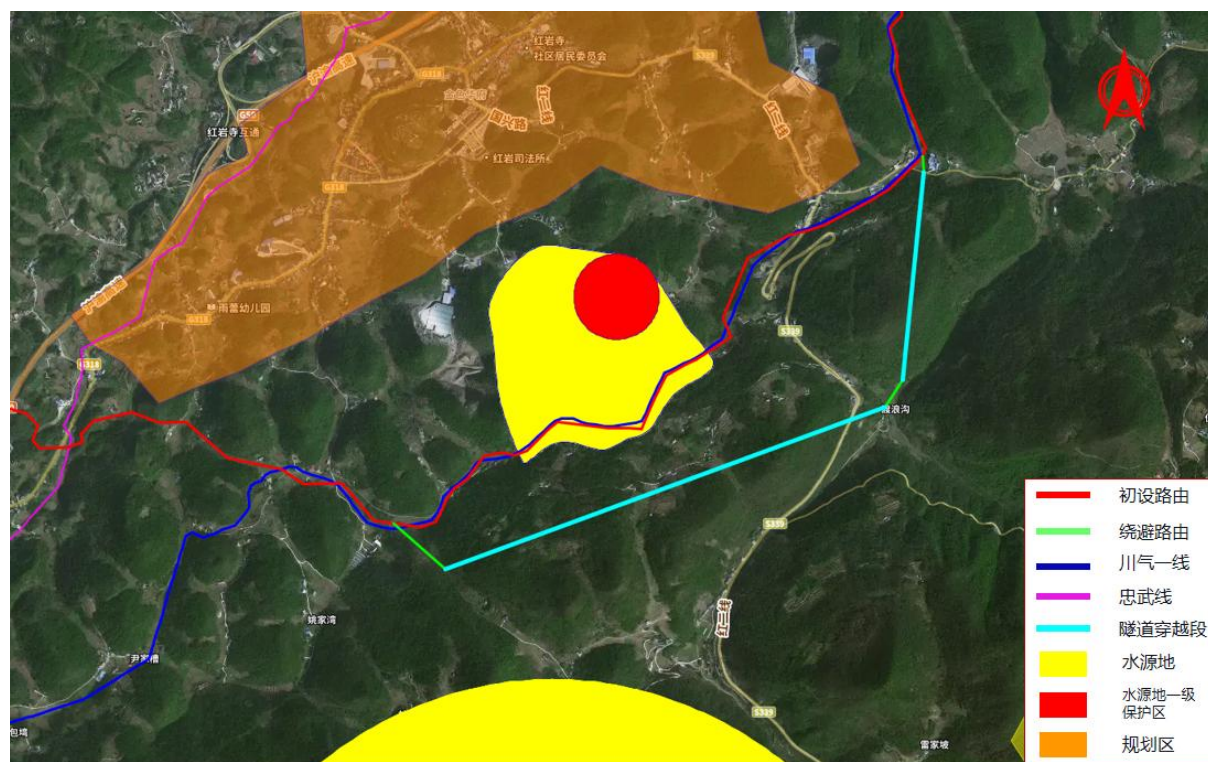


图 4.4-36　方案路由与蛇皮洞水源保护区相互关系示意图

以下对初设路由及往南绕避路由方案进行详细比选。

初设路由：路由起自 CC209 号桩，自西向东并行川气一线敷设，路由

沿线地形较平缓，交通依托条件较好，总体从蛇皮洞水源保护区南侧穿越，穿出保护区之后，管道再穿越省道 S339，到达比选终点 CC244 号桩。

初设路由长度约 3.4km，路由沿线地貌主要为中山，穿越省道 1 处。

绕避路由：路由起自 CC209 号桩，折向东南敷设，以新建隧道方式穿越一处山体，到达渡浪沟，之后路由折向北再新建隧道穿越一处山体，到达比选终点 CC244 号桩。

绕避路由长度约 3.75km，沿线地貌主要为中山，新建山岭隧道 2 条。

初设路由与绕避路由走向见下图。

图 4.4-37　比选方案路由与蛇皮洞水源保护区相互关系示意图

环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况：两个比选路由经过环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况见下表。

表 4.4-13　比选路由沿线情况对比表

类别	初设路由	绕避路由
环境敏感区	穿越蛇皮洞水源保护区长度约 1150m	不经过环境敏感区
高后果区	无	无
路由 100m 范围房屋数量	35 户	28 户

规划区	不经过规划区	不经过规划区
地质灾害情况	不经过地质灾害点	穿越一处峡谷冲沟，地质灾害风险大

1) 施工难点、施工特殊地段

初设路由：沿线并行川气一线，无施工困难点。

绕避路由：①新建 2 条山岭隧道，长度分别为 2200m、980m；②穿越一处峡谷，汛期洪水量较大时，管道易遭受侵蚀、冲毁等风险，不利于管道安全运行。

主要工程量及投资对比

表 4.4-14 比选路由主要工程量及投资对比

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
一	线路长度	m	3400	3750	
二	地形地貌				
1	平原	m			
2	丘陵	m			
3	山区	m	3400	3750	
三	管材规格				
1	螺旋缝埋弧焊钢管 D1219×18.4 L555M PSL2	m	1584	413	
2	直缝埋弧焊钢管 D1219×18.4 L555M PSL2	m	484	108	
3	直缝埋弧焊钢管 D1219×22.0 L555M PSL2	m	1178	3229	
4	直缝埋弧焊钢管 D1219×27.5 L555M PSL2	m	154		
四	穿跨越工程				
1	高等级公路穿越	m/处	100/1		顶管穿越
2	铁路穿越	m/处			
3	水域大中型穿跨越	m/处			大开挖、跨越
4	山体隧道（新建）	m/处		3180/2	
5	山体隧道（利旧）	m/处			
6	水域小型穿越	m/处		50/1	小河、冲沟等大开挖穿越
7	一般公路穿越	m/处	80/4	40/2	开挖加套管保护
五	土石方量				
1	土方量	10^4m^3	5.12	0.58	含作业带及管沟
2	石方量	10^4m^3	11.94	1.36	含作业带及管沟
3	回填土方	10^4m^3	5.71	0.96	
4	弃渣量	10^4m^3		6.18	隧道弃渣
六	线路附属工程				

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
1	施工便道				
1.1	一般线路施工便道	m	1190	399	
1.2	新建隧道施工便道	m		700	
2	水工保护				
	浆砌石	m^3	4641	778	
	混凝土	m^3	1428	239	
	生态袋	m^3	1071	180	
3	通信光缆	m			
4	标志桩、警示牌及警示带				
	标志桩	个	41	7	
	警示牌	个	27	4	
	警示带	m	4080	684	
七	用地面积				
1	永久占地（不包括站场、阀室）				
	标志桩及警示牌	10^4m^2	0.0068	0.0011	
	弃渣场	10^4m^2			
2	临时占地				
	施工作业带	10^4m^2	10.88	1.82	
	施工便道	10^4m^2	0.71	0.24	
	堆管场	10^4m^2	0.17	0.19	
八	施工措施				
1	高陡坡敷设	m	/	/	
2	横坡敷设	m	/	/	
3	轻轨布管	m	/	/	
4	通过地质灾害区	处	/	/	
九	重要赔偿				
1	房屋拆迁	m^2			
2	青苗赔偿	10^4m^2	2.35	0.77	
3	林地赔偿	10^4m^2	5.88	1.93	
4	经济作物赔偿	10^4m^2	3.53	1.16	
十	工程投资	万元	5001	10985	

2） 优缺点比较及推荐方案

表 4.4-15 比选路由优缺点比较表

项目	初设路由	绕避路由
工程比选	1、 路由长度 3400m，顶管穿越高等级	1、 路由长度 3750m，新建山岭隧道 2 处；

	道路 1 处； 2、 投资较低，施工期较短。	2、 投资较高，施工期较长。
环保比选	1、 部分路由穿越蛇皮洞水源保护区； 2、 因路由均为开挖敷设，施工期较短，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较小； 3、 沿线施工条件较好，交通依托条件好，可就近利用已建道路，新建施工便道数量少，对生态环境影响较小； 4、 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 35 户，社会风险和环境风险较大。	1、 路由绕避了蛇皮洞水源保护区； 2、 新建 2 条山岭隧道，施工期较长，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较大； 3、 新建山岭隧道，产生大量弃渣，对生态环境影响较大； 4、 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 28 户，社会风险和环境风险较小。
施工安全、风险比选	1、 路由沿线地形起伏小，施工难度小，安全风险低； 2、 并行川气一线敷设，有利于后期运营维护。	1、 路由沿线地形起伏大，山岭隧道穿越轴线坡度大，施工期长，施工较困难，安全风险高； 2、 路由沿线交通依托条件差，不利于后期运营维护。
规划影响比选	对规划影响小	对规划影响小
是否推荐	是	否

根据以上对比分析，初设路由沿线地形条件较好，交通依托条件好，全线并行川气一线敷设，整体施工难度及安全风险低，有利于后期运营维护，虽然穿越了蛇皮洞水源保护区，但是选择从其边缘位置通过，并且尽量靠近既有道路敷设，缩减作业带面积，最大程度降低对生态环境的影响。绕避路由沿线地形起伏大，交通依托条件差，需新建 2 条长山岭隧道，产生大量隧道弃渣，施工周期长，对生态环境影响较大，因山体高差大隧道轴线坡度大，总体施工难度及安全风险高，不利于后期运营维护，并且隧道洞口靠近村庄及主干道路，协调难度较高。

综合考虑安全风险、生态影响、运营维护及施工难度等因素，初设路由相比绕避路由均具有一定优势，因此推荐初设路由。

4.4.6.3 纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区

本工程在荆州市荆州区采用顶管法穿越纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区二级保护区约 37m。管道与纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区的相互关系见下图。

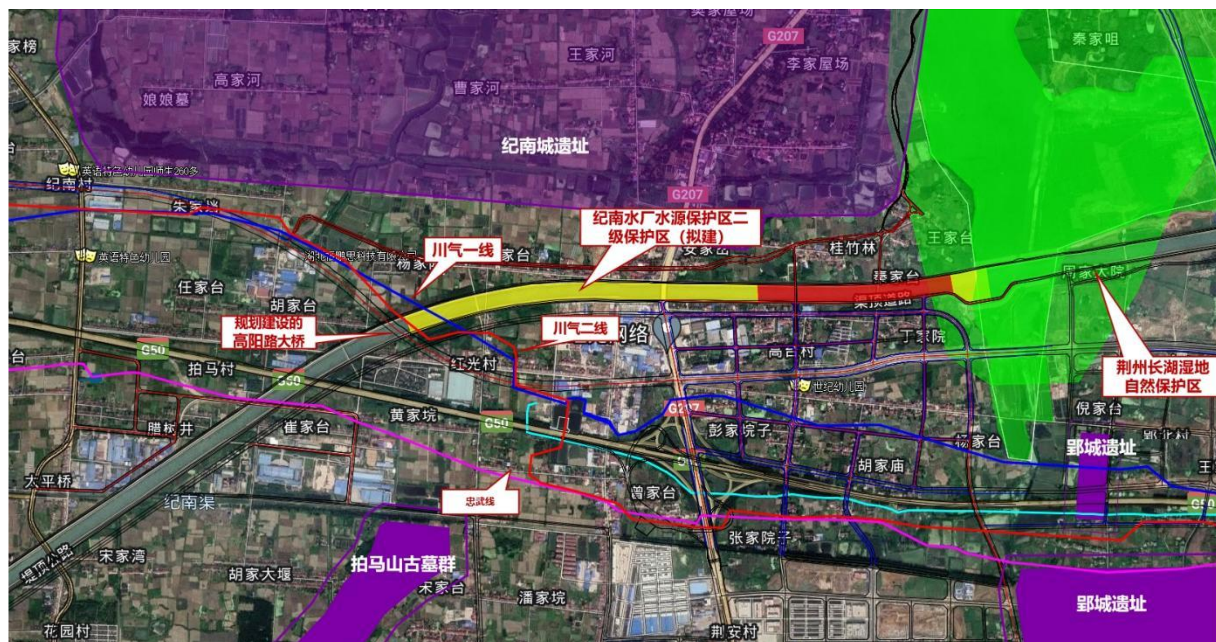


图 4.4-38 管道路由与纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区相互关系示意图

1） 路由唯一性说明

本段管道位于荆州区文旅区规划区内，地方政府要求将管道敷设在规划的管廊带中。若管道向北绕避，需穿越荆州长湖湿地自然保护区和纪南城遗址，向北绕避不可行；若管道向南绕避，管道南侧为规划建设的高阳路大桥（大桥北侧边缘紧邻纪南水厂水源保护区二级保护区边缘），路由若绕避至大桥南侧则进入房屋密集区和城镇规划区，不符合地方规划，向南绕避不可行。因此本段路由是唯一的。



图 4.4-39 管道穿越纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区周边规划图



图 4.4-40　管道穿越纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区周边规划图（放大）

4.4.6.4　利川市麻沙河水源保护区

本段路由自西向东敷设，沿线属于典型的喀斯特地貌，山峰林立，沟壑纵横。蛇皮洞水源保护区位于红岩寺镇南侧一处较宽阔的平缓台地，再南侧为陡峭山峰。

蛇皮洞水源地呈南北方向，管道呈东西走向，考虑避让该水源保护区有往北绕避及往南绕避两个路由方案。若往北绕避，路由则进入红岩寺镇规划区之内，且穿越一处采矿场，因此往北绕避不可行，方案路由示意图如下：

初设路由：路由起自 CA575 号桩，自西向东新建新屋场隧道由山谷翻越至山顶平台，进入麻沙河水源保护区之内，之后开挖敷设约 800m 后出水源保护区范围，路由折向北并行山顶道路敷设，到达比选终点 CA585 号桩。

初设路由长度约 2.95km，路由沿线地貌主要为中山、山顶平台，新建隧道 1 条。

绕避路由：路由起自 CA575 号桩，自西向东敷设，连续翻越高陡坡、长距离横坡敷设，穿越一处峡谷后再经过高陡坡敷设，到达比选终点 CA585 号桩，

绕避路由长度约 2.75km，沿线地貌主要为中山，高陡坡敷设 3 处，横

坡敷设 1 处，峡谷穿越 1 处。

初设路由与绕避路由走向见下图。



图 4.4-41 比选方案路由与麻沙河水源保护区相互关系示意图

1) 环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况

两个比选路由经过环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况见下表。

表 4.4-16 比选路由沿线情况对比表

类别	初设路由	绕避路由
环境敏感区	穿越麻沙河水源保护区长度约 955m	不经过环境敏感区
高后果区	无	无
路由 100m 范围房屋数量	12 户	20 户
规划区	不经过规划区	不经过规划区
地质灾害情况	不经过地质灾害点	沿线高陡坡、横坡段较多，地质灾害风险大

2) 施工难点、施工特殊地段

初设路由：沿线无施工困难点，新建一条山岭隧道，长度 1300m。

绕避路由：①路由沿线穿越高陡坡 3 处，总长度约 1000m，坡度介于

15°-25°，施工作业带及施工便道修筑征地面积大，对山区林地破坏较大，水工保护工程量大；②受地形限制连续横坡敷设，长度约600m，坡度约15°-20°，山体劈方量大，容易引发滑坡、不稳定斜坡等地质灾害风险；③穿越一处峡谷，汛期洪水量较大时，管道易遭受侵蚀、冲毁等风险，不利于管道安全运行。

3) 主要工程量及投资对比

表4.4-17 比选路由主要工程量及投资对比

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
一	线路长度	m	2950	2750	
二	地形地貌				
1	平原	m			
2	丘陵	m			
3	山区	m	2950	2750	
三	管材规格				
1	螺旋缝埋弧焊钢管 D1219×18.4 L555M PSL2	m	586	2027	
2	直缝埋弧焊钢管 D1219×18.4 L555M PSL2	m	144	492	
3	直缝埋弧焊钢管 D1219×22.0 L555M PSL2	m	2094	231	
4	直缝埋弧焊钢管 D1219×27.5 L555M PSL2	m	126		
四	穿跨越工程				
1	高等级公路穿越	m/处			顶管穿越
2	铁路穿越	m/处			
3	水域大中型穿跨越	m/处			大开挖、跨越
4	山体隧道（新建）	m/处	1300/1		
5	山体隧道（利旧）	m/处			
6	水域小型穿越	m/处		50/1	小河、冲沟等大开挖穿越
7	一般公路穿越	m/处	60/3	100/5	开挖加套管保护
五	土石方量				
1	土方量	10^4m^3	1.68	6.11	含作业带及管沟
2	石方量	10^4m^3	3.93	14.24	含作业带及管沟
3	回填土方	10^4m^3	2.77	4.62	
4	弃渣量	10^4m^3	2.52		隧道弃渣
六	线路附属工程				
1	施工便道				
1.1	一般线路施工便道	m	578	1925	
1.2	新建隧道施工便道	m	200		

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
2	水工保护				
	浆砌石	m^3	2252	7508	
	混凝土	m^3	693	2310	
	生态袋	m^3	520	1732	
3	通信光缆	m	2950	2750	
4	标志桩、警示牌及警示带				
	标志桩	个	20	33	
	警示牌	个	13	22	
	警示带	m	1980	3300	
七	用地面积				
1	永久占地（不包括站场、阀室）				
	标志桩及警示牌	10^4m^2	0.0033	0.0055	
	弃渣场	10^4m^2			
2	临时占地				
	施工作业带	10^4m^2	5.28	8.8	
	施工便道	10^4m^2	0.35	1.16	
	堆管场	10^4m^2	0.15	0.14	
八	施工措施				
1	高陡坡敷设	m	/	1000	
2	横坡敷设	m	/	600	
3	轻轨布管	m	/	/	
4	通过地质灾害区	处	/	/	
九	重要赔偿				
1	房屋拆迁	m^2		300	
2	青苗赔偿	10^4m^2	1.32	2.02	
3	林地赔偿	10^4m^2	3.29	5.05	
4	经济作物赔偿	10^4m^2	1.97	3.03	
十	工程投资	万元	6489	4570	

4） 优缺点比较及推荐方案

表 4.4-18 比选路由优缺点比较表

项目	初设路由	绕避路由
工程比选	1、 路由长度 2950m，新建隧道 1 处； 2、 投资较高，施工期较长。	1、 路由长度 2750m，高陡坡敷设 3 处，横坡敷设 1 处，峡谷穿越 1 处； 2、 投资较低，施工期较短。
环保比选	1、 部分路由穿越麻沙河水源保护区；	1、 路由绕避了麻沙河水源保护区； 2、 因高陡坡、横坡敷设距离较长，

	2、 因新建山岭隧道，施工期较长，临时占地面积 6.5hm²，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较小； 3、 沿线施工条件较好，交通依托条件好，可就近利用已建道路，新建施工便道数量少，对生态环境影响较小； 4、 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 12 户，社会风险和环境风险较小。	临时占地面积 10.1hm²，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较大； 3、 沿线施工条件较差，交通依托条件差，需新建大量施工便道，对生态环境影响较大； 4、 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 20 户，社会风险和环境风险较大。
施工安全、风险比选	1、 路由沿线地形起伏小，施工难度小，安全风险低； 2、 有利于后期运营维护。	1、 路由沿线地形起伏大，地质灾害风险大，施工困难，安全风险高； 2、 高陡坡敷设及长距离横坡敷设，容易引发山体滑坡、不稳定斜坡等地质灾害； 3、 不利于后期运营维护。
规划影响比选	对规划影响小	对规划影响小
是否推荐	是	否

根据以上对比分析，初设路由沿线地形条件较好，交通依托条件好，沿线村庄民房数量少，整体施工难度及安全风险低，有利于后期运营维护，虽然穿越了麻沙河水源保护区，但是选择从其边缘位置通过，并且尽量靠近既有道路敷设，缩减作业带面积，最大程度降低对生态环境的影响。绕避路由沿线地形起伏大，交通依托条件差，需新建大量施工便道，施工作业带面积大，对生态环境影响较大，沿线高陡坡敷设及横坡敷设距离较长，易引发山体滑坡、不稳定斜坡等地质灾害，整体施工难度及安全风险高，不利于后期运营维护，并且沿线村庄民房数量较多，协调难度较高。

综合考虑安全风险、生态影响、运营维护及施工难度等因素，初设路由相比绕避路由均具有一定优势，因此推荐初设路由。

4.4.6.5 喻家河水库饮用水水源保护区

1） 简述

喻家河水库饮用水水源保护区位于湖北省恩施州境内，本工程管道并行川气东送一线，距离喻家河水库饮用水水源二级保护区约 15m，采用开挖（10027m）+隧道（4173m）方式穿越准保护区约 14200m。管道与保护区的相互关系见下图。

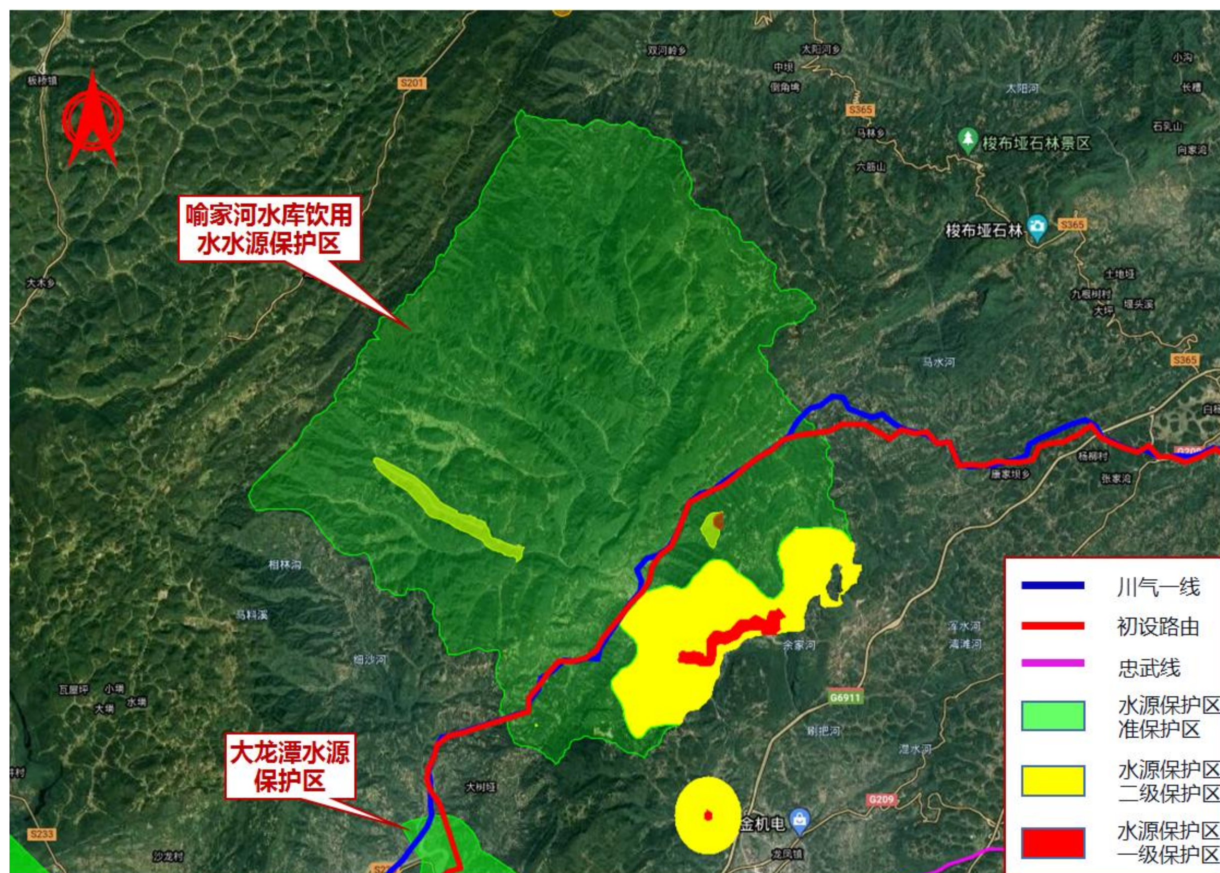


图 4.4-42 管道与喻家河水库饮用水水源保护区相互关系示意图

2) 方案分析

本段路由自西南向东北方向敷设，喻家河水库饮用水水源保护区位于恩施市龙凤镇和太阳河乡交界处，保护区西北面与重庆奉节长江三峡国家地质公园及三岔河森林公园紧密相连，整个水源保护区呈不规则多边形状。

喻家河水库饮用水水源保护区主要为南北向分布，管道路由呈东西走向，考虑避让该水源保护区有往南绕避及往北绕避两个路由方案。路由走向示意图如下：

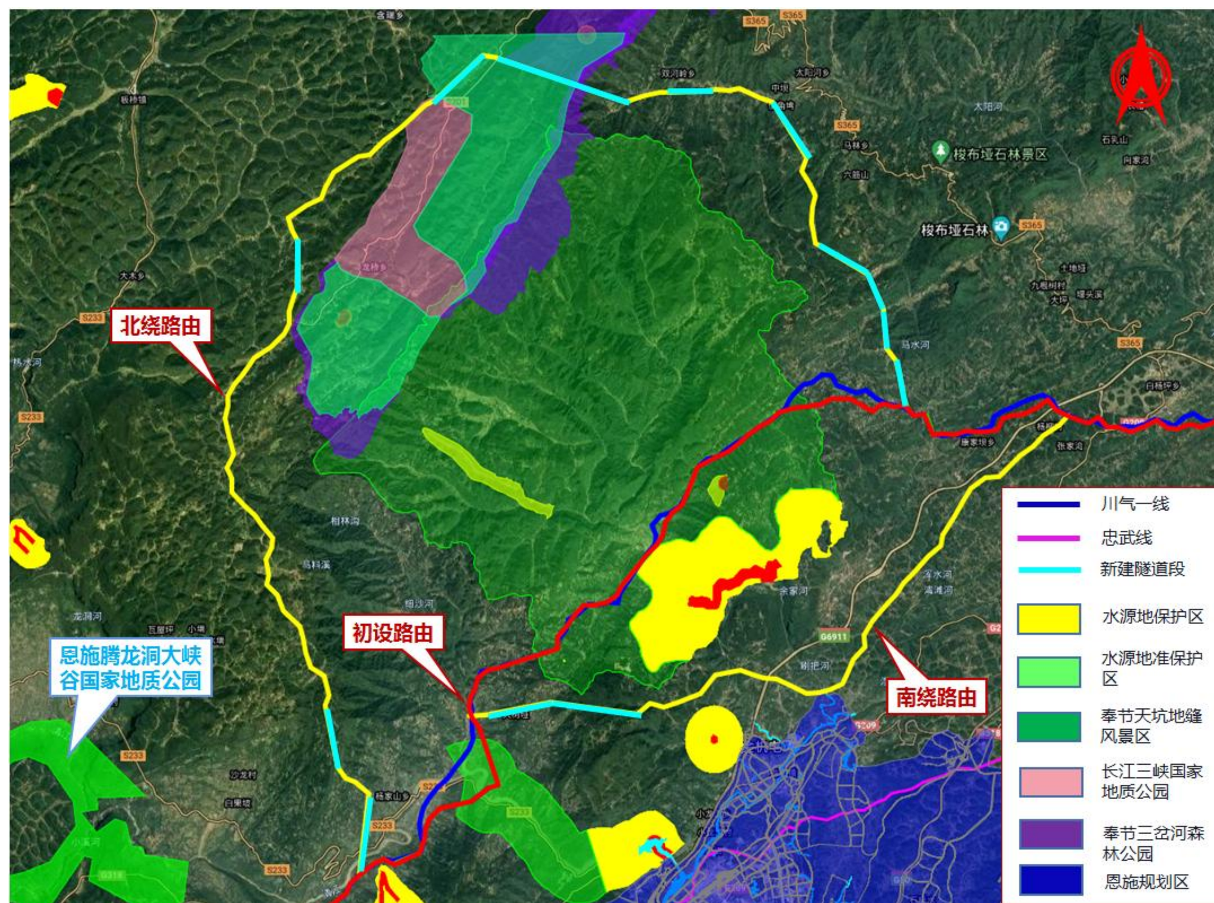


图 4.4-42　方案路由与喻家河水源保护区相互关系示意图

管道路由若从喻家河水库饮用水水源保护区北侧绕避敷设，部分路由进入重庆市奉节县境内，路由穿过奉节县天坑地缝风景区及三岔河森林公园，绕行路由长度较初设路由增加约 30km，与川气东送一线偏移约 10km，路由方向发生重大变化。往北绕避路由完全位于中高山区敷设，施工难度及地质灾害风险均很大，沿线山体高耸陡峭，需新建 10 条山岭隧道，总长度约 18.5km，新建隧道产生大量弃渣，对周围生态环境影响极大。此外路由沿线交通条件较差，需新建大量施工便道及伴行道路，对生态环境也有很大程度破坏，因此从安全风险、环境影响、施工难度及运营维护等角度考虑，路由往北绕避不可行。

以下对初设路由及往南绕避路由方案进行详细比选。

3)　路由走向描述

初设路由：路由起自 CB127 号桩，自西南向东北并行川气东送一线管道敷设，经杨家山村东、进入大树垭村敷设约 1.35km 后，利旧川气一线已建尖山 1#、2#隧道，之后进入喻家河水库饮用水水源准保护区内，从喻家

河水库饮用水水源二级保护区边缘绕行敷设。管道路由在喻家河水库饮用水水源准保护区内穿越长度约为 14.2km，其中利旧川气一线已建隧道 3 条（尖山 2 号隧道、耳顶山隧道、刀背梁子隧道，长度约 3km），新建隧道 2 条（百瓦厂隧道、柑树垭隧道，长度约 1.3km）。管道从新建柑树垭隧道出喻家河水库饮用水水源准保护区，之后路由折向东方向，依次经过柑树垭村、金峰山村、康家坝村及石桥子村到达比选终点 CB316 号桩。

初设路由长度约 27.95km，路由沿线地貌主要为低缓丘陵，整体上与川气一线管道并行，主要穿越工程有利旧川气一线已建隧道 5 条，新建隧道 3 条，高速穿越 1 处。

绕避路由：路由起自 CB127 号桩，自西向东敷设，沿线地貌主要为中低山，在桃树坪村南新建卢家湾隧道，从隧道出来后再新建周家湾隧道，出隧道后经马家河村、椿木村、凉风垭村、店子槽村，在吴家大屋西穿越安来高速，之后经叶家槽村，到达恩施城区北侧边缘敷设，在老村坝村北下坡穿越刷把河，之后爬陡坡沿山脊缓坡，经衣角偏村、古堰村、石槽村、长坎村，在茅湖村北以跨越方式穿越浑水河。之后继续沿山脊缓坡敷设，经大竹园村、康家坝村、石桥子村到达比选终点即 CB316 号桩。

绕避路由长度约 26.35km，沿线地貌主要为中低山，主要穿越工程有水域大中型穿越 2 处，高速穿越 1 处，山岭隧道 2 处。

初设路由与绕避路由走向见下图。



图 4.4-43　路由与喻家河水源保护区相互关系示意图



图 4.4-44- 4　浑水河跨越示意图

4)　环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况

两个比选路由经过环境敏感区、高后果区、规划区及地质灾害情况见下表。

表 4.4-19　比选路由沿线情况对比表

类别	初设路由	绕避路由
环境敏感区	穿越喻家河水库饮用水水源保护区长度约 14.2km	不经过环境敏感区
高后果区	经过一处特定场所（龙马民族学校）划分二级地区，距离 210m	经过一处人口密集区,划分为三级地区，总长度 2km;
路由 100m 范围房屋数量	513 户	541 户
规划区	不经过规划区	经过规划区长度约 100m，长距离近距离并行规划区
地质灾害情况	不经过地质灾害点	沿线高陡坡、横坡段较多，地质灾害风险大

施工难点、施工特殊地段

初设路由：桩号CB185~CB200管道从耳顶山隧道出来后，距离龙马民族学校约210m，为高后果区特定场所，需采取相关防护措施，之后路由绕避柑子坪滑坡区敷设，需采取措施避免受到地灾点的影响。

绕避路由：①路由沿线穿越高陡坡、横坡及冲沟数量较多，地质灾害风险较大，不利于后期运营维护；②新建2条山岭隧道，长度达4.83km，隧道弃渣场面积大，对生态环境影响较大；③浑水河跨越，水域两面山体陡峭，设计施工难度大，风险高；④路由沿线房屋相对密集，有一处高后果区段无法避让，路由报批难度大，运营期间风险较大。

主要工程量及投资对比

表4.4-20 比选路由主要工程量及投资对比

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
一	线路长度	m	27950	26350	
二	地形地貌				
1	平原	m			
2	丘陵	m	16554	10540	
3	山区	m	11036	15810	
三	管材规格				
1	螺旋缝埋弧焊钢管D1219×18.4 L555M PSL2	m	6392	13742	
2	直缝埋弧焊钢管D1219×18.4 L555M PSL2	m	1560	3000	
3	直缝埋弧焊钢管D1219×22.0 L555M PSL2	m	18686	8832	
4	直缝埋弧焊钢管D1219×27.5 L555M PSL2	m	952	476	
四	穿跨越工程				
1	高等级公路穿越	m/处	120/1	160/1	顶管穿越
2	铁路穿越	m/处			
3	水域大中型穿跨越	m/处	100/1	420/2	大开挖、跨越
4	山体隧道（新建）	m/处	2436/3	5100/2	
5	山体隧道（利旧）	m/处	2830/3		
6	水域小型穿越	m/处	480/16	420/14	小河、冲沟等大开挖穿越
7	一般公路穿越	m/处	800/40	980/49	开挖加套管保护
五	土石方量				
1	土方量	10^4m^3	19.99	21.68	含作业带及管沟
2	石方量	10^4m^3	46.65	50.57	含作业带及管沟
3	回填土方	10^4m^3	32.93	35.70	
4	弃渣量	10^4m^3	55.02	99.14	隧道弃渣

序号	项目	单位	初设路由	绕避路由	备注
六	线路附属工程				
1	施工便道				
1.1	一般线路施工便道	m	5534	7905	
1.2	新建隧道施工便道	m	2256	2763	
2	水工保护				
	浆砌石	m^3	26754	29006	
	混凝土	m^3	8232	8925	
	生态袋	m^3	6174	6694	
3	通信光缆	m	27590	26350	
4	标志桩、警示牌及警示带				
	标志桩	个	236	255	
	警示牌	个	157	170	
	警示带	m	23520	25500	
七	用地面积				
1	永久占地（不包括站场、阀室）				
	标志桩及警示牌	10^4m^2	0.0392	0.0425	
	弃渣场	10^4m^2	1.38	2.48	
2	临时占地				
	施工作业带	10^4m^2	62.72	68	
	施工便道	10^4m^2	3.31	4.74	
	堆管场	10^4m^2	1.38	1.32	
八	施工措施				
1	高陡坡敷设	m	/	253	
2	横坡敷设	m	817	1564	
3	轻轨布管	m	/	/	
4	通过地质灾害区	处	/	/	
九	重要赔偿				
1	房屋拆迁	m^2	710	1480	
2	青苗赔偿	10^4m^2	13.96	15.29	
3	林地赔偿	10^4m^2	24.67	29.54	
4	经济作物赔偿	10^4m^2	14.80	9.85	
十	工程投资	万元	44198	44485	

优缺点比较及推荐方案

表 4.4-21　比选路由优缺点比较表

项目	初设路由	绕避路由
工程比选	1.　路由长度 27.95km，新建隧道 3 处，利旧隧道 5 处，高速穿越 1 处；	1　路由长度 26.35km，水域大中型穿越 2 处，新建隧道 2 处，高速穿越 1 处；

	2. 投资较小，施工期较短。	2 投资较大，施工期较长。
环保比选	3. 部分路由穿越喻家河水库饮用水水源准保护区； 4. 施工期短，临时占地面积 67hm²，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较小； 5. 整体并行川气一线，充分利旧一线已建隧道，新建隧道长度短，施工便道数量少，对生态环境影响较小； 6. 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 513 户，社会风险和环境风险较小。	3 路由绕避了喻家河水库饮用水水源保护区准保护区； 4 施工期长，临时占地面积 74hm²，对生态环境、地表水环境、大气环境、声环境的影响较大； 5 新建 2 条长山岭隧道(总长度 5100m)，弃渣场占地面积大，对周边生态环境影响较大； 6 路由两侧 100m 范围内居民房屋共计 541 户，社会风险和环境风险较大。
施工安全、风险比选	3、 路由沿线地形起伏小，施工难度小，安全风险低； 4、 有利于后期运营维护。	3、 路由沿线地形起伏大，地质灾害风险大，施工困难，安全风险高； 4、 浑水河跨越，两侧岸坡陡高差大，施工难度大风险高； 5、 不利于后期运营维护。
规划影响比选	1、路由整体并行川气一线，对规划影响较小。	1、部分路由经过恩施规划区，路由总体上距恩施规划区较近，对后期规划发展影响大，地方政府不支持该路由。
是否推荐	是	否

根据以上对比分析，初设路由更加顺直，沿线村庄民房数量少，整体施工难度及安全风险低，有利于后期运营维护，虽然穿越了喻家河水库饮用水水源地准保护区，但是路由整体并行川气一线，利旧川气一线隧道敷设，对生态环境影响较小。绕避路由沿线地形起伏大，地质灾害风险大，整体施工难度及安全风险高，不利于后期运营维护，沿线村庄民房数量较多，拆迁量较大，协调难度较高，同时部分路由经过恩施规划区，路由总体距恩施规划区较近，对后期规划发展影响较大，地方政府不支持该路由。

综合考虑安全风险、生态影响、运营维护及施工难度等因素，初设路由相比绕避路由均具有一定优势，因此推荐初设路由。

4.5 相关规划符合性分析

4.5.1 产业政策符合性分析

本工程属于天然气管道的建设，有助于落实国家能源发展战略，提高我国能源东西互通能力，确保我国经济持续、稳定、健康发展。

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》，本工程属于第一类“鼓励类”中“七、石油、天然气”中“3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”范畴，属于国家鼓励项目。

因此，本工程符合国家产业政策。

4.5.2 与《十四五现代能源体系规划》符合性分析

国家发展改革委、国家能源局于2022年1月29日印发实施《十四五现代能源体系规划》(发改能源〔2022〕210号)，要求加快天然气长输管道及区域天然气管网建设，推进管网互联互通，完善LNG储运体系。到2025年，全国油气管网规模达到21万公里左右。川气东送二线符合该规划要求。

4.5.3 与《中长期油气管网规划》符合性分析

根据《中长期油气管网规划》(发改基础〔2017〕965 号)，规划文本中(二)加强天然气管道基础网络 2.北气南下“统筹衔接陆上重要天然气进口通道建设情况”，本工程为川气东送二线工程，已列入《中长期油气管网规划》，符合规划要求。

4.5.4 四川省相关规划的符合性分析

《四川省“十四五”能源发展规划》指出：“推进川气东送二线(四川段)、威远和泸州区块页岩气集输干线工程、攀枝花—凉山等天然气管道建设，进一步完善达州、雅安、乐山、泸州、巴中等末端区域供气管网，布局南向管道并适时建设。到2025年形成输气能力700亿立方米/年。”本工程符合四川省天然气管道布局的要求。

4.5.5 与重庆市相关规划的符合性分析

《重庆市“十四五”能源发展规划》提出：“完善天然气输气管网。按照国家部署，协同推进川气东送二线重庆段建设，形成“一纵三横多支线”跨省管网格局，增强川渝天然气资源服务全国能源保障能力。”

川气东送二线管道工程已经列入《重庆市“十四五”能源发展规划》，与规划相符。

4.5.6 与湖北省相关规划符合性分析

《湖北省市“十四五”能源发展规划》提出：打造由淮武线、西气东输二线、西气东输三线、兰郑长成品油管道、新疆煤制气外输通道湖北段五条南北管道，忠武线、川气东送线、川气东送二线、仪长原油管道四条东西管道和长江 LNG 水运通道组成的油气输送主干管网，加强管网互联互通工程建设，实施老旧管道隐患治理及迁改，石油、天然气管道里程分别达到 1850、7050 公里，全面提升油气资源供应保障能力。

川气东送二线管道工程已经列入《湖北省“十四五”能源发展规划》，与规划相符。

4.6 三线一单符合性分析

4.6.1 与四川省“三线一单”的符合性分析

四川省人民政府于2020年12月29日发布了《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》(川府发〔2020〕9号)。根据文件相关要求，四川省“三线一单”中将国土空间划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类环境管控单元。

1） 优先保护单元

四川省优先保护单元共375个，优先保护单元中禁止开发建设活动的要求：(1)饮用水水源保护区的地表水饮用水水源一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭；准保护区内，禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。地下水饮用水水源一级保护区内，禁止建设与取水设施无关的建筑物或者构筑物；禁止设置排污口。二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；准保护区内禁止设置化工原料、矿物油类及有毒有害矿产品的贮存场所，以及生活垃圾、工业固体废物和危险废物的堆放场所和转运站。(2)基本农田：永久基本农田，实行严格保护，除法律规定的重点建设项目选址确实无法避让外，其他任何建设不得占用。禁止在基本农田保护区建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。禁止占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。(3)优先保护岸线：禁止在长江干支流岸线1km范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；但是以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。自然保护区核心区及缓冲区内禁止新建码头工程。集中式饮用水水源一级保护区内的岸线保护区,禁止新建、扩

建与供水设施和保护水源无关的建设项目，饮用水水源二级保护区内的岸线保留区禁止建设排放污染物的建设项目，饮用水水源准保护区内的岸线禁止新建和扩建对水体污染严重的建设项目、改建项目不得增加排污量。

优先保护单元限制开发建设活动要求：(1)基本农田：重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，在可行性研究阶段，省级自然资源主管部门负责组织对占用的必要性、合理性和补划方案的可行性进行严格论证，报自然资源部用地预审；农用地转用　和土地征收依法报批。(2)优先保护岸线：按照相关规划在岸线保护区内必须实施的防洪护岸、河道治理、供水、航道整治、国家重要基础设施等事关公共安全及公众利益的建设项目，须经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序；在岸线保留区内因防洪安全、河势稳定、供水安全、航道稳定及经济社会发展需要必须建设的防洪护岸、河道治理、取水、航道整治、公共管理、生态环境治理、国家重要基础设施等工程，须经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序。对于其他具有生态环境正效益，可以改善区域生态环境质量的建设活动，经充分论证并严格按照法律法规要求履行相关许可程序后可以施行。控制利用区、开发利用区按照相关法律法规要求履行相关许可程序后，方可开发建设。严禁非法采砂。严格落实禁采区、可采区、保留区和禁采期管理措施，加强对非法采砂行为的监督执法。

一般生态空间按限制开发区域的要求进行管理，原则上不再新建各类开发区和扩大现有工业园区面积，已有的工业开发区要逐步改造成为低能耗、可循环、“零污染”的生态型工业区，鼓励发展“飞地经济”。

2)　重点管控单元。共625个，重点管控单元中，针对环境质量是否达标以及经济社会发展水平等因素，制定差别化的生态环境准入要求，对环境质量不达标区域，提出污染物削减比例要求，对环境质量达标区域，提出允许排放量建议指标。

3)　一般管控单元。共128个，在布局方面，对一般管控单元中的限制开发区域(农产品主产区)限制进行大规模高强度工业化城镇化开发，对农用地优先保护区严格控制有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等，原则上不增加产能。此外，对其中的要素重点管控区提出水和大气污染重点管控要求。对其中的基本农田提实施永久特殊保护，不得擅自

占用和改变用途。

本工程穿越处 11 处环境管控单元，其中 3 处优先保护单元，包括宜宾市穿越 2 处、安岳县穿越 1 处，7 处重点管控单元和 1 处一般管控单元。优先管控单元包括长江上游特有珍稀鱼类自然保护区和琼江翘嘴鲌水产种质资源保护区和一般生态空间沱江。根据关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求，针对建设项目的管控限制主要针对大规模、高强度的工业开发和城镇建设，本工程为天然气输送管道类项目，属于以生态影响为主的基础设施类建设项目，在 3 处优先保护单元内采取定向钻方式穿越，本工程不属于管控要求中提出的禁止类项目或开发建设活动。因此，本工程的建设符合四川省关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求。

4.6.2　与重庆市“三线一单”的符合性分析

重庆市人民政府于 2020 年 4 月 24 日发布了《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11 号)。根据文件相关要求，重庆市“三线一单”中将国土空间划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类环境管控单元。

1)　优先保护单元,共 479 个，指以生态环境保护为主的区域，主要包括饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等。优先保护单元依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

2)　重点管控单元，共 188 个，指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括人口密集的城镇规划区和产业集聚的工业园区(工业集聚区)。重点管控单元优化空间布局，不断提升资源利用效率，有针对性地加强污染物排放控制和环境风险防控，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题。

3)　般管控单元，共 118 个，指除优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求。

本工程穿越处重庆市 54 处环境管控单元，其中 25 处优先保护单元，涉及环境敏感区、生态保护红线以及一般生态空间，对工程穿越的有行政许可要求的环境敏感区进行了专题评价并获得政府主管部门批复意见。根

据关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求，针对建设项目的管控限制主要针对大规模、高强度的工业开发和城镇建设、排放大量废水高污染以及重大环境风险的建设项目，本工程为天然气输送管道类项目，属于以生态影响为主的基础设施类建设项目，优先保护单元内工程内容包括施工作业带、施工便道等临时工程，采取了临时占地生态修复措施，本工程不属于管控要求中提出的禁止类项目或开发建设活动。因此，本工程的建设符合重庆市关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求。

4.6.3 与湖北省“三线一单”的符合性分析

全省共划定环境管控单元 1076 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。

1） 优先保护单元，全省划分 322 个，占全省国土面积的 35.79%。优先保护单元严格按照国家生态保护红线和自然保护地等管理规定进行管控，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

2） 重点管控单元，全省划分 343 个，占全省国土面积的 25.13%,主要包含人口密集的城镇规划区和产业集聚的工业园区（工业集聚区）。重点管控单元应优化空间布局，加强污染物排放管控和环境风险防控，不断提升资源利用效率，解决突出生态环境问题。

3） 一般管控单元，全省划分一般管控单元 411 个，占全省国土面积的 39.08%。主要指除优先保护单元和重点管控单元以外的其他区域，衔接乡镇边界形成的管控单元。主要落实生态环境保护基本要求，建设项目严格执行产业政策、环保政策及相关负面清单要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

本工程穿越处湖北省 52 处环境管控单元，其中 16 处优先保护单元，涉及自然保护地、生态保护红线以及一般生态空间，对工程穿越的有行政许可要求的环境敏感区进行了专题评价并获得政府主管部门批复意见。根据关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求，针对建设项目的管控限制主要针对大规模、高强度的工业开发和城镇建设、排放大量废水高污染以及重大环境风险的建设项目，本工程为天然气输送管道类项目，属于以生态影响为主的基础设施类建设项目，优先保护单元内工程内容包

括施工作业带、施工便道等临时工程，采取了临时占地生态修复措施，本工程不属于管控要求中提出的禁止类项目或开发建设活动。因此，本工程的建设符合重庆市关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见要求。

本工程总体上穿越了117个环境管控单元，其中优先管控单元44处。优先保护单元内工程内容包括施工作业带、施工便道等临时工程，不含站场、阀室等工程。本工程施工结束后对临时工程占地及时采取生态修复措施，运营期生活污水经处理后用于站场绿化，不外排，仅检修情况及非正常工况下产生少量放空废气。总体上，本工程建成后，排放的污染物种类、数量均较少，符合四川省重庆市、湖北省及地方“三线一单”生态环境分区管控的要求。

5　管道沿线区域环境概况

5.1　区域自然环境概况

5.1.1　地形地貌

川气东送二线天然气管道工程(川渝鄂段)线路所经地区主要为山区、丘陵、平原及水网地貌；其中王场-宜昌段沿线以深山和低山丘陵为主，地形复杂，高差较大；宜昌长江穿越之后，进入两湖平原和江汉平原，沿线地貌主要为平原和水网。

沿线地表状况统计如表5.1-1，线路沿线地形地貌如图5.1-1。

表5.1-1　沿线地形地貌统计

序号	县区	平原	山区	丘陵	水网	合计
1	合川区		30			30
2	璧山区		3			3
3	北碚区		22			22
4	渝北区		7.1	25.9		33
5	长寿区		15.3	31.7		47
6	垫江县			36		36
7	忠县		32.3	33.7		66
8	石柱县		58			58
9	利川市		94			94
10	恩施市		82			82
11	建始县			45		45
12	巴东县			48		48
13	长阳土家族自治县			100		100
14	宜都市			22		22
15	猇亭区			11		11
16	枝江市	21.5		32.5		54
17	荆州区	32				32
18	沙市区				29	29
19	潜江市				46	46
合计		53.5	343.7	385.8	75	858

平原	平原
丘陵	丘陵
山地	山地
水网	水网

图 5.1-1　线路沿线地形地貌

5.1.2　地表状况

四川段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主。

重庆段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主，山地以林地为主，植被较为茂密。

湖北段沿线所经区域地表植被种类多样，山地以林地为主，植被较为茂密，丘陵地段以经济作物为主，平原地段以青苗为主，局部种植经济作物、建有温室大棚等

管道沿线地表植被统计见5.1-2。

表5.1-2　地表植被统计表(单位：km)

序号	县区	旱地	水田	林地	经济作物	鱼(虾)塘	合计
1	合川区	12	6	12			30
2	璧山区			3			3
3	北碚区	8.8	4.4	8.8			22
4	渝北区	13.2	6.6	13.2			33
5	长寿区	13.63	18.8	9.4	4.7	0.47	47
6	垫江县	10.44	14.4	7.2	3.6	0.36	36
7	忠县	19.8	13.2	33			66
8	石柱县	23.2	5.8	29			58
9	利川市		18.3	59.9	13.9	1.9	94
10	恩施市		14	58.4	6.6	3	82
11	建始县	11		31.5	2.5		45
12	巴东县	9.3		33.8	1.9		45
13	长阳土家族自治县	25.5	5	40.5	31.9	0.1	103
14	宜都市			1.9	18.5	1.6	22
15	猇亭区	2		2.1	5.9	1	11
16	枝江市	11.9	2.9		35.2	4	54
17	荆州区	11.6	7.9		3	9.5	32
18	沙市区		4.3		2	22.7	29
19	潜江市		7.2			38.8	46
合计		172.37	128.8	343.7	129.7	83.43	858

5.1.3　气象、气候特征

1)　川渝段

拟建线路由西向东沿四川省东南部和重庆市北部及东部敷设,沿线地形复杂，地貌类型多样，线路地处中亚热带湿润季风气候区，气候条件复杂

其主要特点是：冬暖春早， 夏热秋凉，四季分明，无霜期长；空气湿润，降水丰沛，暴雨频繁，径流不均；太阳辐射弱，日照时间短；多云雾，少霜雪；雨热同季，立体气候显著，气候资源丰富，气象灾害频繁。线路地势自西向东抬升，北有秦岭、大巴山脉阻挡，北方冷空气不易侵人，线域内地形高低悬殊，地貌组合差异大，因而形成了独特复杂的气候。

沿长江、嘉陵江河谷海拔 300m 以下地区，年平均气溫在较东南部山地高处 3~5℃，线域内降水丰沛，但时空分布不均，多年平均降水量由西向东递增，山地一般多于平坝河谷，地域差异较大。东部和中部沿长江两岸广大地区常年降水量在 1200mm，降雨主要集中在 9 月，降水量占全年的 70%左右，其中 6~8 月降水量可达全年的 50%左右。重庆多雾，且不易消散，常形成大雾笼罩，素有“雾都”之称。雾的地域差异大，如长寿、北碚、 合川一线，雾日呈增长趋势，年雾日 80 天，高山和深谷之中雾日更多。线域内中小河流域暴雨，地表径流汇集时间短，水位变幅大、陡 落，极易造成暴雨洪灾。

与工程相关的灾害性气候为：暴雨及大风。

2） 湖北段

恩施州恩施市属亚热带季风温润性气候。总的特点是：冬少严寒，夏无酷暑，雾多寡照，终年湿润，降水充沛，雨热同期。但因地形错综复杂，地势高低悬殊，又呈现出极其明显的气候垂直地域差异。热量、温度随地势升高而下降，年平均气温，低山 16.3℃，二高山 13.4℃，高山 7.8℃；年降水量，东南部 1100～1300 毫米，西北部 1000～1900 毫米，中部 1400～1600 毫米；年平均日照，低山 1300 小时。

宜昌市宜都市位于湖北省西南部，属亚热带季风气候区，雨量充沛但时空分配不均，多集中在 6～9 月，其降雨量占全年的 75～85%，冬春季雨量少，常出现冬春干旱、夏秋洪涝及伏旱现象；气候温和，年平均气温为 14.1℃，最冷为 1～2 月，平均气温 1.3～10.7℃，最热 7～8 月，平均气温 23.4～33.1℃；11 月～2 月为降雪期，冬季常有八、九级大风，并伴有霜冻。全年无霜期 210 至 240 天，雾日较多，平均为 29 天，最长 55 天，是典型的亚热带气候，有冬暖夏热秋雨绵，严冬短的特点。与工程相关的灾害性气候是暴雨、冰雹和洪水等。

潜江市属于北亚热带季风性湿润气候，四季分明，夏热冬寒，热量、雨量比较充足，无霜期较长。该地区年平均气温 13.7℃，7 月最热，平均 28.0-28.3℃，极端 30.1-30.5℃，1 月最冷，平均 3.3-3.6℃，极端最冷平均 0.1-0.4℃。年平均降水量为 1199.4mm，年平均蒸发量 1359.3mm，年平均相对湿度 81%。

5.1.4　沿线主要水文概况

5.1.4.1　地表水

本工程管道线路经过区域为长江流域，长江呈西向东流向，线路穿越其两岸支流。线路穿越的主要河流包括：沱江、威远河、长江、嘉陵江、大沙河、清江、引江济汉工程等。

长江流域是指长江干流和支流流经的广大区域，横跨中国东部、中部和西部三大经济区共计 19 个省、市、自治区，流域总面积 180×10^4km^2，占中国国土面积的的 18.8%，流域内有丰富的自然资源。长江流域为中国主要内河航运集中地区，素有“黄金水道”之称，干、支流航道里程 5.7×10^4km^2，占全国的 52.5%。

长江是中国第一大河，发源于唐古拉山脉主峰格拉丹东雪山西南侧，干流经青、藏、川、滇、 鄂、 湘、赣、皖、苏、沪等省、自治区、直辖市。干流长 6300km，流域面积 180.7×10^4km^2。中游河段内，自湖北枝城至洞庭湖出口城陵矶长约 340km，称荆江，河道蜿蜒曲折，两岸地势低洼，是长江防洪形势最为严峻的一段。中下游平原湖泊星罗密布，主要通江湖泊有洞庭湖、鄱阳湖、巢湖、太湖等四大淡水湖。

沱江又名中江，长江一级支流，发源于四川盆地西北边缘的茶坪山脉九顶山，出汉旺入成都平原，于金堂汇绵远河、石亭江、湔江、卜阳河、毗河，纳岷江水系青白江，穿龙泉山入盆地丘陵区，经简阳、资阳、资中入内江县境。在境内过富溪、史家、史东、四合、东兴等乡镇后，环绕内江城区到椑木镇，转南流经联盟、中山、水晶、白马、沱江等乡镇，于大溪口入富顺县境，至泸州入长江，全长 629km，流域面积 27900km^2，其中在内江县沱江乡龙门镇以上流域面积 19329km^2，内江市境内(含内江市市中区)干流长 71.68km。沱江内江段中，有河心坝 5 个，湾沱 8 个，滩口 14 个，多年淤积而成的河沿大小坝 11 个。河道纵坡平缓，天然落差 24m，平均比

降 0.345%；河面宽 200m～400m 左右；河谷多成宽浅复式 U 字形河槽，河岸一般高 6m 左右；常年通航 15～50 吨木船或机动船。据石盘滩水文站测，多年平均流量为 350.37m^3/s，年径流量 111.51 亿 m^3，1958 年 4 月 8 日最枯流量为 19.2m^3/s。1981 年 7 月，沱江资中县登瀛岩水文站最高洪峰水位 339.92m，相应流量 14000 m^3/s，下游李家湾站洪峰水位 273.26m，洪峰流量 15200m^3/s。

5.1.4.2　地下水

1)　四川段

该类地下水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5∽5m，该类地下水埋藏浅，对管道建设影响表现为对管沟开挖困难和斜坡的稳定性有影响。

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

2)　重庆段

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风

化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

基岩裂隙水主要由大气降水补给，同时由于广大丘陵区水文网发育，水库塘堰较多，稻田广布，因而也受地表水入渗补给。迳流条件受地形条件限制，一般在一定沟谷洼地中就地补给，由高向低运动，于砂岩坎下、山脚坡麓以泉的形式排泄，一般地表分水岭为地下水的分水岭。

3)　湖北段

利川～宜昌段岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于 50m，平坝低洼处在 3-5m，水文地质条件较复杂。松散层孔隙水主要分布在河谷，平坝及冲沟处，厚度较小，一般在 5m 以内，较好的含水层为沿河分布的冲洪积砂卵石层，主要接受大气降雨补给，次为地表水补给，向河流排泄，水文地质条件较简单。

宜都~猇亭段线路沿线主要为低山丘陵地貌区，沿线地下水类型主要为孔隙水、基岩裂隙(溶隙)水，地下水位埋深一般小于 3.00m， 地下水动态与大气降水密切相关，雨季时，水位上升，枯水季节，水位下降，水位年变化幅度 3-5 米。

枝江~潜江段水系较发育。管线经过处有玛瑙河等河流，其径流量季节性变化明显，以雨水补给为主，河流排泄最终向南注入长江。洪水季节集

中在5～10月，汛期集中在6～8月，在少雨季节和枯水季节，河流主要以地下水补给为主，径流量较小或断流。湖泊和鱼塘较多，一般四季囤水。最大的湖泊为长湖，沿线穿越较大河流两条，一条为沮章河，两岸河堤宽约300m，另一条为清河，宽约80m。其它小型河渠众多，构成纵横交错的水网区域。沿线浅层地下水主要有第四系松散堆积层中孔隙水(潜水)，主要分布于河床及河谷阶地中，河床中地下水水位埋深0～1m；阶地中地下水水位埋深一般为1～3m，局部大于3m。深层地下水含水层一般为卵砾石层，水量较丰富，补给来源为河床地表水、大气降水。总矿化度小于500mg/L，PH=7.0～7.6，水质较好。

5.1.5　地质灾害与不良地质现象

5.1.5.1　沿线地震断裂带概况

线域经过区所处大地构造上属扬子准地台(Ⅰ级构造单元)的次级构造(Ⅱ级构造单元)四川台坳(重庆台坳)，三级构造单元属川东(重庆)陷褶束(图3.1)，区内构造形迹以北北东、北东走向梳状褶皱为主，出露的中生代地层主要为三叠系和侏罗系，局部有白垩系。在古生代，该区相对于川东台拱是沉降区，除缺失部分古生界外，其余地层发育齐全，拗陷中心，从早至晚大致有从南东向北西迁移的趋势；到中生代，特别是侏罗纪和白垩纪时，拗陷中心，已向西迁至川中和川西地区，而川东则逐渐隆升成陆。

根据地震评价中间成果资料，本工程管道没有与活动断裂带交叉。

5.1.5.2　沿线灾害性地质

沿线灾害地质类型主要有岩溶塌陷、软土和不均匀沉降、泥石流、崩塌、滑坡、不稳定斜坡、洪水冲蚀、河谷侵蚀、山地横坡敷设、沟(河)岸坍塌等。

5.1.5.3　矿产资源压占

1)　四川段矿产压覆

经初步矿权调查结论，四川段管道中心线两侧各200m、站场阀室周围500m、隧道两侧各1000m保护范围内暂不涉及各类矿产压覆情况。

2)　重庆段矿产压覆

经初步矿权调查结论，重庆段管道中心线两侧各200m、站场阀室周围500m、隧道两侧各1000m保护范围内涉及各类矿产压覆共11处，其中采矿

权 7 处(5 处已注销)。

3) 湖北段矿产压覆

经初步矿权调查结论，重庆段管道中心线两侧各 200m、站场阀室周围 500m、隧道两侧各 1000m 保护范围内涉及各类矿产压覆共 10 处，其中采矿权 5 处。

矿产具体压覆情况以最终完成的矿产压覆评价报告为准。

5.2 站场周围环境概况

合川-潜江干线共设 5 座输气站场，分别为垫江压气站、利川分输压气站、恩施分输清管站、野三关压气站、宜昌分输清管站、潜江压气站。其中铜梁压气站与中贵线铜梁分输实现互联互通，利川分输压气站、恩施分输清管站、野三关压气站、宜昌分输清管站、潜江压气站，均为新建站场，铜梁压气站至潜江压气站及之间所有站场均考虑反输功能。

5.2.1 垫江压气站

垫江压气站位于垫江县东南方向约 18km 处，向北距离杠家镇约 3.2km，向南距裴兴镇约 7.8km，向西距省道 303 约 5.5km，向北距县道 160 约 230m。站址现状性质为旱地、水田，比较开阔，地势比较平坦，场地南侧有一山丘，高度约 50m。

5.2.2 利川压气站

利川压气站位于湖北省恩施州利川市凉雾乡。站址属于剥蚀丘陵地貌。地势总体北高南低，站址东北侧局部坡度较陡，站址西侧约 350m 处为联丰水库，南侧约 150m 处为利川市晨野家禽养殖场。站场新建进站路长度约为 120m，向南与已有混凝土路相接。根据利川政府要求，川气东送一线管道及已建利川压气站本次全部迁移出城区，因此本次考虑一二线站场合建，新选站址位于川气东送一线利川压气站西南方向 5.1km 处。

5.2.3 恩施分输清管

恩施分输清管站位于湖北省恩施州恩施市白杨坪镇，位于川气东送一线恩施分输站东南方向约 240m，由于原站址周边被民房包围无法邻建，因此本次考虑在南侧谷地内新选站址，站址仅西侧 70m 有一处独立民房，北侧 135m 处为当地门站，南侧 73m 为 35Kv 高压电力线，东侧 52.5m 为 35Kv 高压电力线。站址地势总体西高东低，站址北侧 180m 为国道 209(白杨大道)，

放空区位于站场北侧 40m 位置。站场距离可依托碎石道路约为 30m，向北可接至国道。

5.2.4　野三关压气站

野三关压气站位于野三关镇东侧约 3.5km 处，向东距榔坪镇约 12km，向北距 G50 沪渝高速约 500m，向西距省道 245 约 4.5km，向北距已建野三关压气站约 200m。站址现状性质为林地，比较开阔，场地中部为两座隆起山丘，高度约 50m。

5.2.5　宜昌分输清管

宜昌分输清管站位于湖北省宜昌市猇亭区云池街道，位于川气东送一线宜昌压气站东侧约 30m 处小山包上，东侧 150m 外有高压线路，北侧 700m 有 1 处学校，西南侧 70m 处有 1 栋独立民房，站场依托川气东送一线压气站 6m 宽进站路，北侧 1km 接至县道 X203。站址属于剥蚀丘陵地貌。地势总体北高南低。

5.2.6　潜江压气站

潜江压气站位于湖北省潜江市杨市街道总口农场管理区潜江-韶关输气管道潜江枢纽站西侧约 20m 处，站址北侧 100m 为 500Kv 高压线，西南侧 80m 为 220Kv 高压线，扩建发展用地较为受限。本工程位于川气东送一线潜江压气站南侧约 2.3km 处，由于一线站场位于华中家具产业园区内，管道线路及站场受当地自然资源部制约，因此本次站场考虑在潜江-韶关输气管道潜江枢纽站西侧邻建，站场进站路接至南侧道路，向西接至 1.5km 处章华南路。站址地势非常平坦，地物为虾稻田及经济作物干湿交替水农田。

6　生态环境影响评价

6.1　管线生态环境现状调查

本工程生态环境现状调查与评价采用资料收集和现场调查相结合的方法，充分利用遥感和地理信息系统等技术手段，对评价区生态环境现状作出评价。利用该区域 TM 卫星影像及收集的相关资料，初步判断评价区周围土地利用、植被类型、敏感目标状况，从中找出分辨困难的点位；然后进行现场考察，进一步明确评价区内土地利用类型、植被类型、敏感目标保护状况等生态环境质量现状，从而确定卫片中模糊点的生境组成；在实地调查的基础上，确定典型的群落地段进行样方调查。最后利用 ArcGis 软件将 TM 卫片与地形图、植被图、管线走向图等纠正对准，经人工目视解译，提取评价区内土地利用数据、植被数据，依据各项数据和图表对生态环境现状给出定量与定性的评价。

管道沿线生态环境现状调查于 2021 年 8 月-10 月进行。调查中，对各省内主要区段的植被进行拍照分析，并在地面进行了实地调查，对沿线动物设立样线和样方进行调查。对气候和土壤等植被依托因子，通过实地调查和查阅文献相结合的方法进行核对性调查。

管线所经地区均位于开发历史久远、人类活动频繁的地区(如长期耕作、采伐、毁林开荒等)，森林植被经过长期人为破坏和过度利用，大多演变成人工栽培植被及少量次生灌草丛植被，因此，群落的组成和结构都较简单。目前管道沿线主要为农田、人工林地、园地等。

6.1.1　管道沿线生态功能定位

生态功能区划是依据区域生态环境敏感性、生态服务功能重要性以及生态环境特征的相似性和差异性而进行的地理空间分区。

6.1.1.1　在《全国生态功能区划》中的定位

管道全长约 1576km。其中，干线 1145km，四川省境内 197km，重庆市境内 383km，湖北省境内 565km。根据《全国生态功能区划》(修编版，2015)，管道工程沿途主要经过 6 个生态调节、产品提供功能区，具体见表 6.1-1 和图 6.1-1。

表 6.1-1 管道工程沿途的生态功能区类型

序号	生态区	生态亚区	生态功能区
1	I 生态调节功能区	I-02 生物多样性保护功能区	I-02-13 鄂西南生物多样性保护功能区
2		I-03 土壤保持功能区	I-03-07 三峡库区土壤保持功能区
3			I-03-08 渝东南山区土壤保持功能区
4	II 产品提供功能区	II-01 农产品提供功能区	II-01-19 江汉平原农产品提供功能区
5			II-01-30 四川盆地农产品提供功能区
6		II-02 林产品提供功能区	II-02-05 川东丘陵林产品提供功能区

6.1.1.2　在区域生态功能中的定位

1）在四川省生态功能区中的定位

本工程在四川省境内主管道 197km，支线 2 条。根据《四川省生态功能区划系统》，本工程在四川省境内共穿越 1 个生态区、1 个生态亚区和 3 个生态功能区。管道在四川境内穿越生态功能区情况见表 6.1-2 和图 6.1-2。

表 6.1-2 川气东送管道工程穿越四川境内的生态功能区类型

序号	生态区	生态亚区	生态功能区
1	I 四川盆地亚热带湿润气候生态区	盆中丘陵农林复合生态亚区	I 2-4 涪江土壤与营养物质保持生态功能区
2			I 2-5 沱江中下游土壤保持与水体自净生态功能区
3			I 2-7 长江上游白鲟达氏鲟特殊生境保护与营养物质保持生态功能区

2）在重庆市生态功能区中的定位

本工程在重庆市境内主管道 383km，场站 2 座，支线 3 条。根据《重庆市生态功能区划》，本工程在重庆市境内经过 3 个自然生态区、5 个生态亚区、6 个生态功能区。管道在重庆境内穿越生态功能区情况见表 6.1-3 和图 6.1-3。

表 6.1-3 川气东送管道工程穿越重庆境内的生态功能区类型

序号	自然生态区	生态亚区	生态功能区

1	I 四川盆地农业生态区	渝西丘陵农业生态亚区	I 1-1 渝西方山丘陵农业生态功能区
2	II 三峡库区平行岭谷农林水复合生态区	都市圈发达经济生态亚区	II 1-2 市郊水源水质保护生态功能区
3		三峡库区土壤侵蚀敏感生态亚区	II 3-1 梁平——垫江丘陵农业生态功能区
4			II 3-2 移民开发水土保持生态功能区
5		三峡库区消落带人工湿地生态亚区	II 4-1 消落带人工湿地水质保护生态功能区
6	IV 渝东南、湘西及黔鄂山地常绿阔叶林生态区	渝东南岩溶石山林草生态亚区	IV 1-1 方斗山——七曜山水源涵养、水土保持生态功能区

3）在湖北省生态功能区中的定位

本工程在湖北省境内主管道565km，场站5座，支线1条。根据《湖北省生态功能区划》，本工程在湖北省境内经过3个自然生态区、3个生态亚区4个生态功能区。管道在湖北省内穿越生态功能区情况见表6.1-4和图6.1-4。

表6.1-4 川气东送管道工程穿越湖北境内的生态功能区类型

序号	自然生态区	生态亚区	生态功能区
1	III 武陵山地中亚热带常绿阔叶林生态区	III1 鄂西南山地常绿阔叶林生态亚区	III1－1 清江流域水土保持与生态农业功能区
2			III1－2 恩施南部生物多样性保护生态功能区
3	II 长江三峡水库生态区	II1 长江三峡敏感生态亚区	II1-1 三峡库区敏感生态区
5	V 长江中游平原湿地生态区	V1 江汉水网平原湿地生态亚区	V1-3 江汉水网平原农业生态功能区

图 6.1-1　拟建管道穿越全国生态功能区划示意图

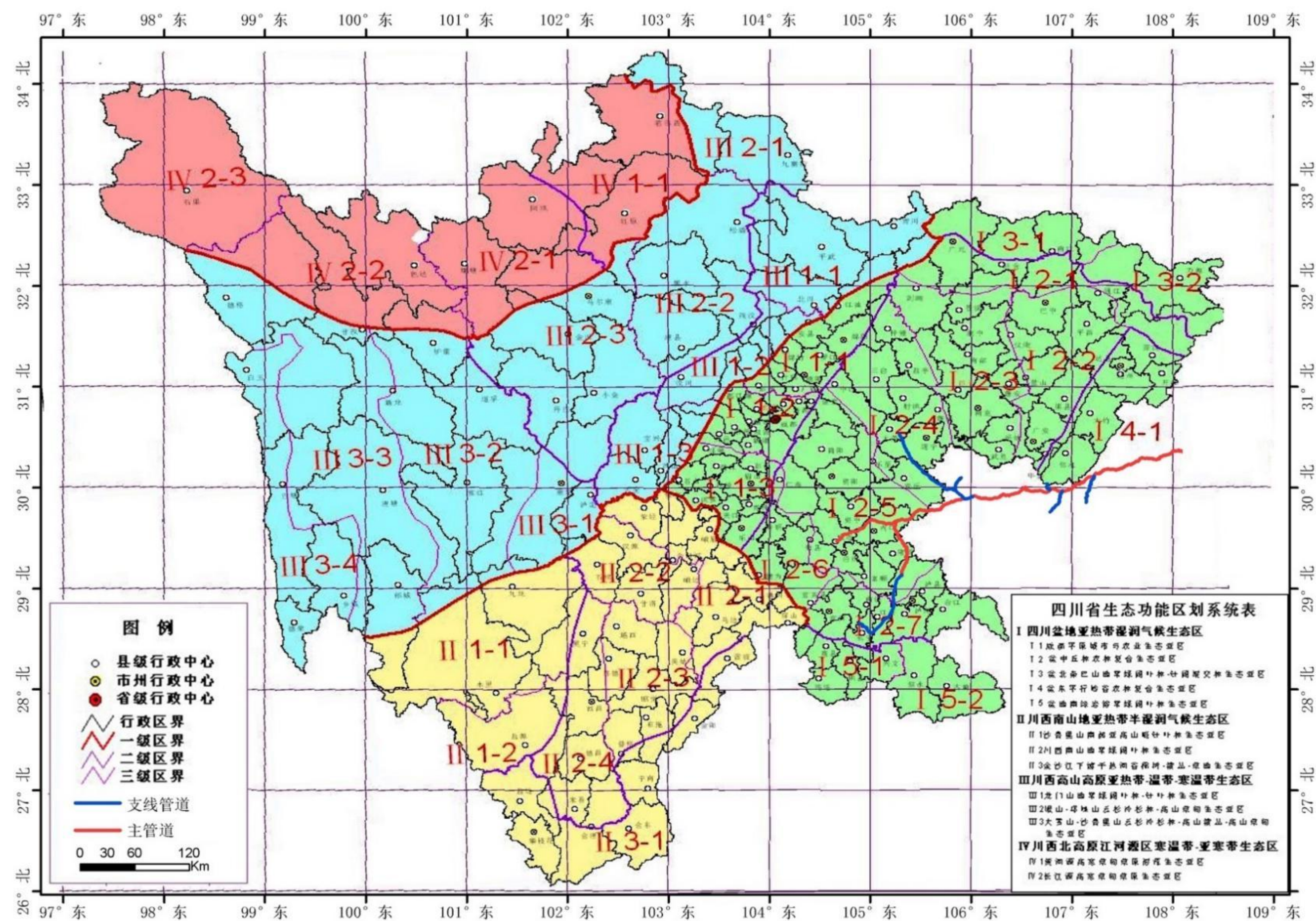


图 6.1-2 拟建管线穿越四川省生态功能区划示意图

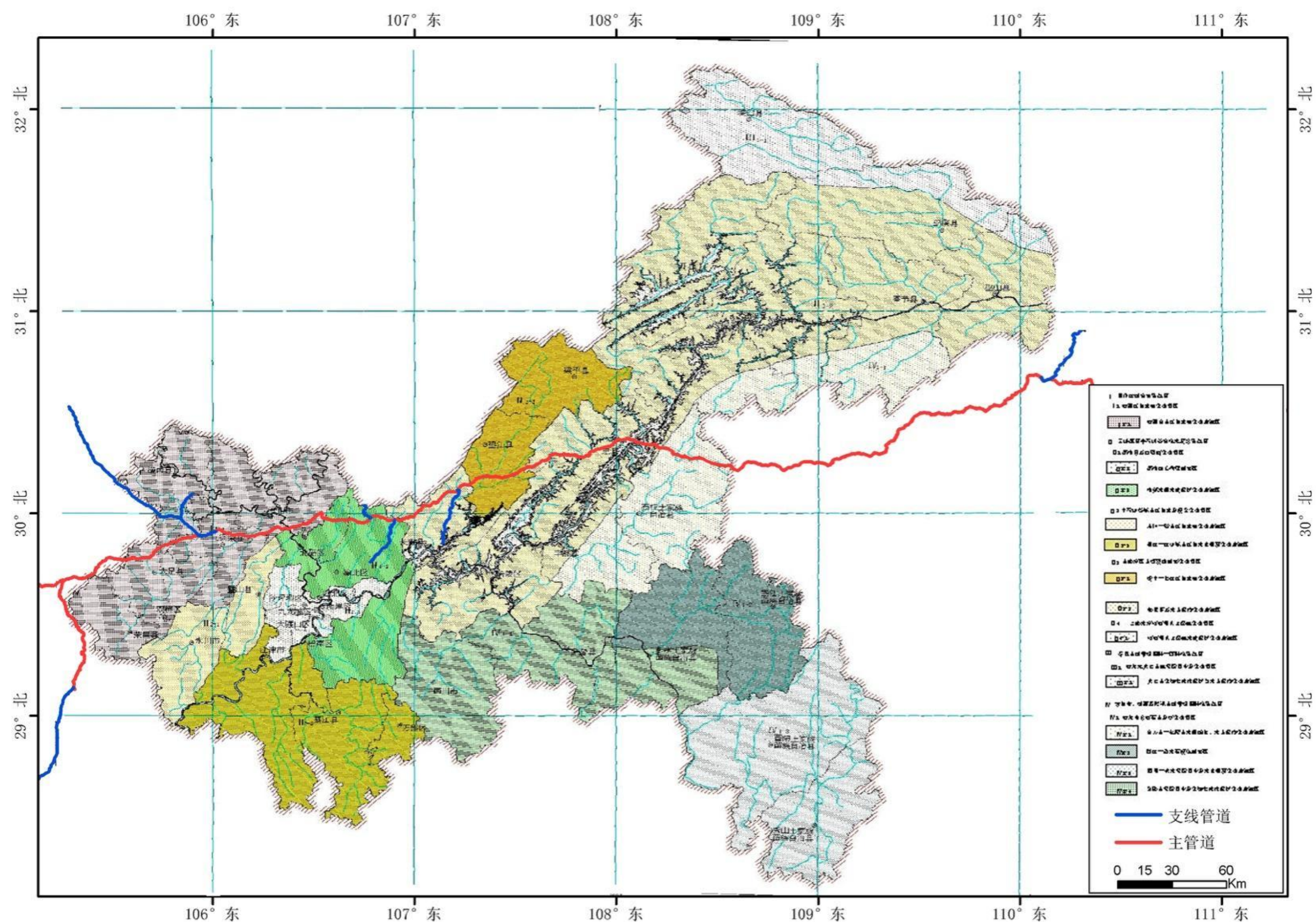


图 6.1-3　拟建管道穿越重庆市生态功能区划示意图

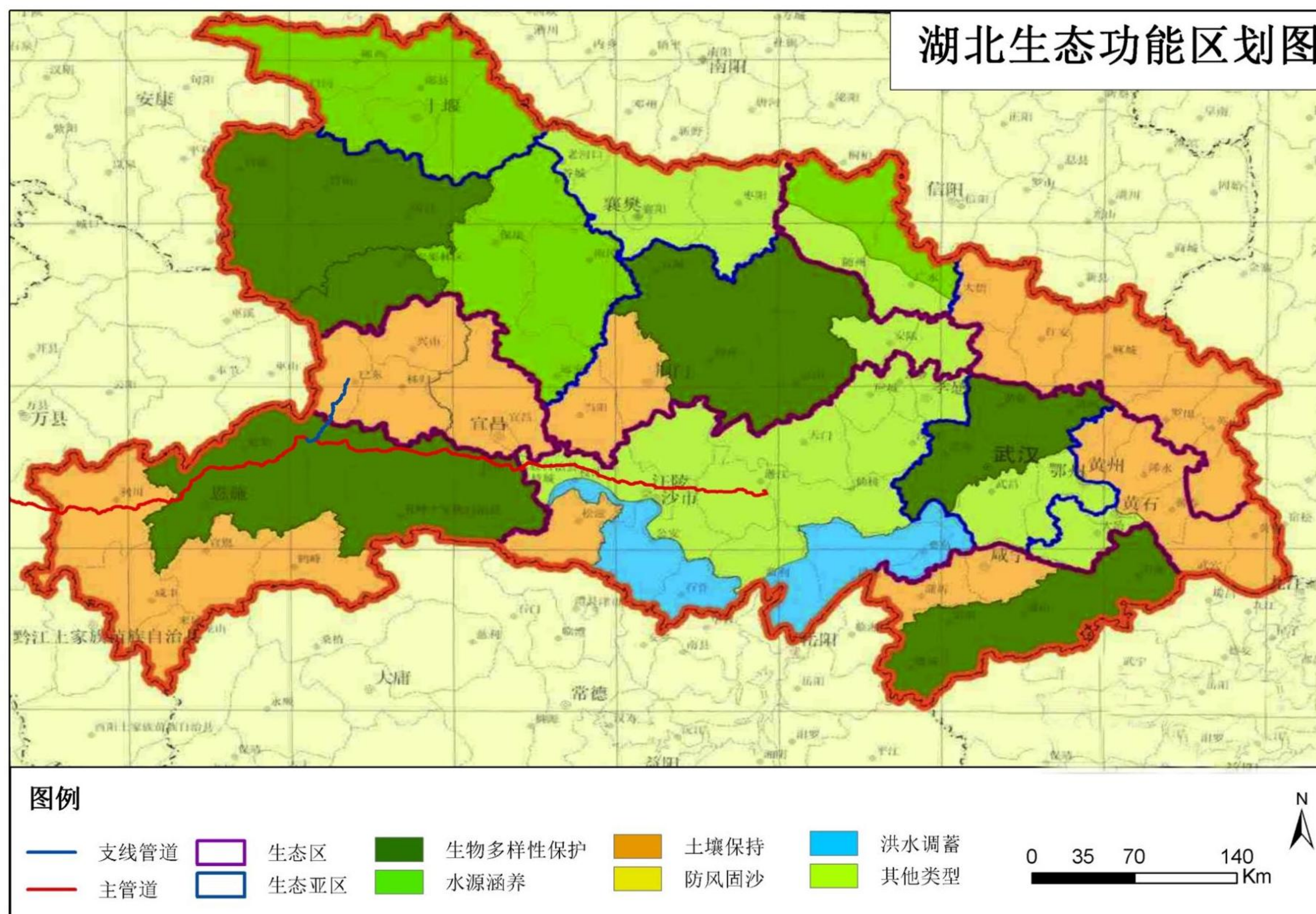


图 6.1-4　拟建管道穿越湖北省生态功能区划示意图

6.1.2　管道沿线生态分区及其特征

工程管道全长约 1576km，管线所经区域地貌多样。在沿线全国生态功能区划的基础上，根据管道沿线地形地貌、土壤、植被等环境特征，将沿线自西向东依次分为四川盆地农产品提供功能区、川东丘陵林产品提供功能区、渝东南山区土壤保持功能区、鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区、江汉平原农产品提供功能区共 6 个生态功能区段。

6.1.2.1　四川盆地农产品提供功能区

该区位于中国西南部、囊括四川省中东部，由青藏高原、大巴山、华蓥山、云贵高原环绕而成，周围山地海拔多在 1000 米～3000 米之间，面积约为 10 万平方千米，中间盆底地势低矮，海拔 250 米～750 米，面积约为 16 万平方千米，因此可明显分为边缘山地和盆底部两大部分。边缘山地区从下而上一般具有 2～5 个垂直自然带。西北边缘是很长的龙门山脉，即川东丘陵林产品提供功能区。

盆地气候属于亚热带季风性湿润气候，气温东高西低，南高北低，盆底高而边缘低，等温线分布呈现同心圆状。夏季平均温度在 24～28℃之间，极端高温 36～42℃；冬季平均温度 4～8℃之间，极端低温-8℃～-2℃。四川盆地年降水量 1000～1300 毫米，但冬干、春旱、夏涝、秋绵雨，年内分配不均，70～75%的雨量集中于夏季（6～10 月）。

该区蕴藏丰富的煤、石油、天然气等化石能源以及盐、磷灰石、硫磺等矿产，其中天然气、芒硝为中国之冠，并有中国重要的锶矿。边缘山地是四川多种经济林木和用材林基地，盆地底部耕地连片，是中国最大的水稻、油菜籽产区。

6.1.2.2　川东丘陵林产品提供功能区

该区是四川盆地东缘主要山系，北起于大巴山南麓，南到云贵高原北侧，北部为渠江上源地区，南部水系大多直接汇入长江；包含重庆主城区域、达州市各区县、邻水县、华蓥市、三峡库区等地的部分区域，是世界特征最显著的褶皱山地带。我国最典型的褶皱山区就在川东。典型褶皱地貌是背斜成山，向斜成谷，山谷相间，彼此平行，形成平行岭谷区地貌。

西北部为渠江上游主要集雨区，东南部则直接汇入长江，主要河流有巴河、州河、渠江、明月江、龙溪河等，河流水流充沛，水力资源丰富。其中，龙溪河是我国第一个全流域梯级开发河流，现今州河水电综合开发被喻为中国的田纳西。

各地区年均温 17～19℃，10℃以上活动积温 5500～6100℃。年降水量 1100～1200 毫米，最高达 1500 毫米，是中国西部地区降水最为充沛的地区，常年无霜期达 330 天以上。除 8 月伏旱期外全年多阴雨，年年春雨绵绵是四川春雨最多的地区，初夏易发洪涝，9 月下旬开始的连绵秋雨为著名的华西秋雨。北部冬季有较少的情况会下雪。

6.1.2.3　渝东南山区土壤功能保持区

渝东南，即重庆市东南部，包括两区四县，即黔江区、武隆区、石柱土家族自治县、秀山土家族苗族自治县、酉阳土家族苗族自治县、彭水苗族土家族自治县六区县，地处武陵山脉，系乌江水系。该区拥有众多国家地质公园、湿地公园、国家级自然保护区，是国家重点生态功能区与重要生物多样性保护区，武陵山绿色经济发展高地、重要生态屏障、生态民俗文化旅游带和扶贫开发示范区，全市少数民族集聚区。

该功能区气候类型为亚热带季风性湿润气候，气候温和，雨水充沛，四季分明，年平均气温 15～18℃，海拔高差大，气候垂直差异大。年日照时数 1000～1400h，日照百分率仅为 25%～35%；年平均降水量在 1000～1350㎜，降水多集中在 5～9 月；年平均相对湿度多在 70%～80%。渝东南地形地貌复杂多样，在其南部和东部，分别有大娄山和武陵山环绕，区县境内多为多级夷平面与侵蚀沟谷组合的山区地貌，群山连绵，重峦叠嶂，峰坝交错，沟壑纵横；地表形态以中、低山为主，兼有山原、丘陵。

6.1.2.4　鄂西南生物多样性保护功能区

鄂西南即湖北省西部长江以南部分，地处与重庆东部、湖南的西北角相毗邻，地处三峡腹地，属武陵山和巫山会合地带。西部为山地高原，地势高耸，万山重叠，间有平坝和盆地，卡斯特地貌发育；东部由丘陵过渡到江汉平原，地势西高东低，相对高度差大，属于二级高山区。清江水系

纵贯全区，沟壑纵横，溪流密布，南面有入川的郁江、黔江、酉江和入湘的楼水、谍水、危水的发源地。

根据中国植物区系分区，鄂西南属于泛北极植物区、中国－日本森林植物亚区中的华中地区，是东亚区系的核心地区，植物种类丰富，特有孑遗种属多，保存有唯一的水杉原生群落。区域内山峦起伏、地形复杂，海拔在 668～2095.6m 之间。

该地区气候类型主要是属于亚热带向暖温带过渡的中亚热带季风气候，气候温暖湿润，云雾多、湿度大、雨量充沛、四季分明。土壤类型多样，从低山到高山分别为红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、山地草甸土、山地沼泽土等地带性土壤。该区植被繁茂，垂直分布明显，典型植被为亚热带山地常绿落叶阔叶混交林，具有南北过渡特征，是湖北省重要的森林分布区，也是中国生物资源较丰富的地区之一。

6.1.2.5　三峡库区土壤保持功能区

三峡库区土壤保持重要区，位于长江上游的末端，是长江流域的重要生态屏障。该区包括三峡库区的大部，行政区主要涉及湖北省宜昌、恩施土家族苗族自治州，以及重庆市的巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、丰都、涪陵、武隆、南川、长寿、渝北、巴南等。该区地处中亚热带季风湿润气候区，山高坡陡、降雨强度大，是三峡水库水环境保护的重要区域。该区地势东部高、中西部低，东部和东南山地高耸，层状地貌明显，逐级向长江河谷倾降，平均海拔 450-1000m；低山和丘陵占该区面积的 46.6%和 34.5%。该区以紫色土、石灰土、黄壤为主。

三峡库区土壤保持功能区属于亚热带季风气候，气候条件受地势影响垂直性气候差异较大，小气候特征较为明显；且三峡库区蓄水后，水域面积扩大，水的蒸发量上升，库区日夜温差缩小，改变库区的气候环境。该区域多年平均气温 14～18℃，气温年差较大；降雨量 1200～1400mm，雨量充沛但空间分布不均。区内植被类型多样，物种资源丰富，主要类型有落叶针叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、灌草丛和农作物等。该区土地类型多样，丘陵、山地面积大，平地面积小，土地结构复杂、

垂直差异明显。因特定的地理条件，地震、崩塌、滑坡、泥石流等灾害也时有发生，水土流失严重，该区水土流失面积达 1.4 万多平方千米。

6.1.2.6 江汉平原农产品提供功能区

江汉平原地处长江中游和汉江的中下游，位于湖北省的中南部，西边从宜昌枝江开始，东边到武汉，北边到荆门钟祥，南边与洞庭湖平原连接，总面积大小约 4.6 万 km^2。江汉平原除了部分地区有少量海拔较低的平缓岗地以及低山丘陵外，大部分地区地势平坦，主要是海拔较低的湖积冲积形成的平原，平原整体上从西北向东南呈轻微倾斜状，河湖众多，水网密集，水资源丰富。土壤以水稻土和潮土为主，分别占到平原总面积的 48.81%和 33.01%，成为江汉平原最主要的土壤类型。

江汉平原是我国少有的稻，麦，粟，棉，麻，油，糖，鱼，菜都能大量出产的地区。主要以种植水稻、棉花、油菜为主，水稻产量高，为当地人民的生活提供了有力的物质保障。

江汉平原以北亚热带季风气候为主，雨量大、日照时间长、四季明显。平均年降水量在 1100～1400㎜之间，其中 4～9 月的降水量大约占到年降水总量的 72%。无霜期 243～275d，1 月平均气温 2～4℃， 7 月平均气温 27.8～28.8℃，这些气候条件都极有利于多种农作物生长发育。

6.1.3 管道沿线植物现状调查与分析

四川、重庆段地处四川盆地南部和东部，南接云贵高原，向西逐渐向川中丘陵区过渡。地域内江河众多，长江干流自西向东横贯全境，以长江干流为轴线，汇集了沱江、嘉陵江、乌江、綦江、大宁河等及其大小支流数百条，线路地势沿河流、山脉起伏，形成南北高、中间低，从南北向长江河谷倾斜，构成以山地为主的地貌景观。线路在四川、重庆段内地形高低悬殊，地貌结构比较复杂。

四川段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主，农田主要种植水稻、玉米、大豆、红薯等，果园主要种植柑橘类、核桃、李等经济作物。根据遥感影像解译结果，在本段管线两侧 500m 评价区范围内有植被分布的区域占总面积的 99.44%。其中，人工植被占总面

积的 92.64%，自然植被较少，仅占总面积的 5.76%。该评价区主要植被类型见表 6.1-5（1）及生态遥感图集。

重庆段沿线所经区域地表植被种类多样，丘陵地段以水田、经济作物为主，山地以林地为主，植被较为茂密。重庆段农田主要种植水稻、玉米、蔬菜、红薯等，果园主要种植柠檬、核桃、李等经济作物，林地主要为人工林和次生林。根据遥感影像解译结果，在本段管线两侧 500m 评价区范围内有植被分布的区域占总面积的 98.48%。其中，人工植被占总面积的 76.71%，自然植被相对较少，占总面积的 21.58%。该评价区主要植被类型见表 6.1-5（2）及生态遥感图集。

湖北省地势西高东低，东、西、北三面环山，中间低平，地貌类型同样多样。湖北段利川-宜昌段为鄂西山区地貌，地形复杂陡峭，宜昌-潜江段为长江中下游平原地貌，地形平坦，村庄人口密集。湖北段沿线所经区域地表植被种类多样，山地以林地为主，植被较为茂密，丘陵地段以经济作物为主，平原地段以青苗为主，局部种植经济作物、建有温室大棚等。农田主要种植水稻、玉米、蔬菜、红薯、大豆、烟草等；果园主要种植柠檬、核桃、李等经济作物；林地主要为人工林和次生林，主要树种包括马尾松、柳杉、杨、樟、栾树等；野生灌草主要有牡荆、火棘、胡枝子、杂类草草甸等。根据遥感影像解译结果，在本段管线两侧 500m 评价区范围内有植被分布的区域占总面积的 99.44%。其中，自然植被占总面积的 63.87%，人工植被相对较少，占总面积的 31.28%。该评价区主要植被类型见表 6.1-5（3）及生态遥感图集。

表 6.1-5（1） 四川段管线两侧 500m 植被类型统计表

植被类型		类型	面积（hm^2）	占总面积的比例（%）
自然植被	森林	含木、映山红的马尾松林	1434.6139	3.93
		杉木林	183.3557	0.50
	灌丛	栓皮栎、麻栎灌丛	341.219	0.94
	草本植物（草地）	扭黄茅、龙须草、白茅草丛	140.9515	0.39
农业植被		夏稻、冬小麦、蚕豆、夏玉米、甘薯；冬油菜、苎麻、药用植物、桑、油桐、棕榈；甜橙、大红袍橘	26193.6933	71.83
		夏稻、冬小麦、蚕豆、夏玉米、高粱、甘薯（局部双季稻）；冬油菜、药用植物、甘蔗；多种甜橙、龙眼	7589.9809	20.81
无植被区域		建设用地	103.4532	0.28
		水体	422.8933	1.16
		居住地	56.9666	0.16
总计			36467.1274	100.00

表 6.1-5（2） 重庆段管线两侧 500m 植被类型统计表

植被类型		类型	面积（hm^2）	占总面积的比例（%）
自然植被	森林	含木、映山红的马尾松林	8258.3226	16.58
		杉木林	421.324	0.85
	灌丛	栓皮栎、麻栎灌丛	890.4817	1.79
	草本植物（草地）	扭黄茅、龙须草、白茅草丛	1173.9674	2.36
农业植被		夏稻、冬小麦（局部双季稻）；棉花、花生、芝麻、冬油菜、桑、茶；石榴、杨梅	96.9936	0.19
		夏稻、冬小麦、蚕豆、夏玉米、甘薯；冬油菜、苎麻、药用植物、桑、油桐、棕榈；甜橙、大红袍橘	38199.1094	76.71
无植被区域		建设用地	364.5394	0.73
		水体	356.3067	0.72
		居住地	34.3515	0.07
总计			49795.3963	100.00

表 6.1-5（3） 湖北段管线两侧 500m 植被类型统计表

植被类型		类型	面积（hm^2）	占总面积的比例（%）
自然植被	森林	白栎、短柄树林	4609.8324	609.85
		含白栎、短柄树的马尾松林	2776.3109	367.29

		含木、映山红的马尾松林	14160.3916	1873.32
		华山松林	1598.0676	211.41
		茅栗、短柄树、化香树林	1017.2738	134.58
		杉木林	2052.5256	271.54
		栓皮栎、短柄树、苦槠、青冈林	1340.95	177.40
	灌丛	白栎、短柄树灌丛	3414.7936	451.75
		马桑灌丛	313.6445	41.49
		茅栗、白栎灌丛	950.7884	125.78
		雀梅藤、小果蔷薇、火棘、龙须藤灌丛	189.6196	25.09
		竹叶椒、荚灌丛	146.034	19.32
	草本植物（草地）	芒草、野古草、金茅草丛	1816.4613	240.31
		扭黄茅、龙须草、白茅草丛	2372.5497	313.87
农业植被		双季稻、油菜	8326.0732	1101.48
		夏稻、冬小麦（局部双季稻）；棉花、花生、芝麻、冬油菜、桑、茶；石榴、杨梅	5771.5296	763.53
		夏稻、冬小麦、蚕豆、夏玉米、高粱、甘薯（局部双季稻）；冬油菜、药用植物、甘蔗；多种甜橙、龙眼	28.8266	3.81
		苎麻	3876.8595	512.88
无植被区域		建设用地	713.2053	94.35
		水体	1317.466	174.29
		居住地	755.8969	100.00
总计			57549.1001	7613.35

6.1.3.1 管道沿线植被现状调查

在充分考虑评价区不同植被类型，工程关键节点以及穿越生态敏感区域情况的基础上，于 2021 年 8 月～10 月在管线沿途共设定 111 个样方进行野外植被调查（表 6.1-6，图 6.1-5-1）。样方调查既涵盖了工程沿线涉及的特殊及重要生态敏感区，同时还涵盖了工程沿线面积较大、有代表性和典型性、群落保存较好、保存物种较丰富的自然植被类型。111 个样方中 84 个位于自然保护区、森林公园、湿地公园、种子资源保护区、风景名胜区、水源地等特殊敏感目标或生态红线内。评价区内分布的 6 个植被型组也均设置了样方，基本能反映全线的植被和植物多样性现状。

调查样方分为三个类型：二线评估样方、利旧管道样方和一线恢复样方。二线评估样方位于川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）新建管道范围内，是本次生态环境现状调查的主要样方类型，共 81 个。

利旧管道样方属于川气东送一线的恢复样方，同时也是川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）的利旧管道施工范围内，因此即可作为评估样方也可以做为恢复样方进行评价，共 11 个。一线恢复样方属于川气东送一线天然气管道工程的恢复样方，与川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）新建管道并行，可以通过评估样方与恢复样方在植物物种多样性和生物量方面进行比较，对评估样方做出环保措施有效性评价，共 19 个。由于重庆和湖北境内山体众多，多以山体隧道方式进行穿越，施工影响最大的是隧道口的位置，因此在考虑生态敏感区域的同时，我们重点在新建隧道口设置样方进行调查。

川气东送二线工程（川渝鄂段）沿线自西向东依次穿越四川盆地农产品提供功能区、川东丘陵林产品提供功能区、渝东南山区土壤保持功能区、鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区、江汉平原农产品提供功能区共 6 个生态功能区。下文将按照生态分区、管线走向对沿途穿越的 6 个生态功能区内典型位点生态现状进行描述。

表 6.1-6 工程评价区植物现场调查样方统计表

编号	纬度	经度	所在区域	海拔(m)	植被群落类型	样方类型
1	112.244557°	30.382819°	环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近	29.5	杂草群系	二线评估样方
2	112.244557°	30.382915°	环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近	34	意杨、腺柳林	二线评估样方
3	112.249386°	30.384890°	环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近	33	杂草群系	一线恢复样方
4	112.248760°	30.385121°	环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近	33.2	复羽叶栾树林	一线恢复样方
5	112.384230°	30.375450°	荆州长湖湿地自然保护区内泊湖	30.3	构树树丛	二线评估样方
6	111.590706°	30.500283°	枝江玛瑙河省级湿地公园玛瑙河边	59.4	狗牙根草丛	一线恢复样方
7	111.590454°	30.504678°	枝江玛瑙河省级湿地公园玛瑙河边	72.6	杨树林	二线评估样方
8	111.493879°	30.521004°	猇亭区善溪冲水库北	133.6	枫杨树丛	一线恢复样方
9	111.493619°	30.520458°	猇亭区善溪冲水库北	129	牡荆灌丛	二线评估样方
10	111.494675°	30.519216°	猇亭区善溪冲水库北	132.5	喜树盐肤木树丛	二线评估样方
11	111.495509°	30.520090°	猇亭区善溪冲水库北	137.5	樟树、构树混交林	一线恢复样方
12	111.438778°	30.493706°	湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸路边	51.4	蓖麻草丛	二线评估样方
13	111.438656°	30.494192°	湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸路边	49.9	杨树人工林	二线评估样方
14	111.437624°	30.495028°	湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸	51	苘麻葎草草丛	一线恢复样方
15	111.438549°	30.494234°	湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸	50	杨树人工林	一线恢复样方
16	111.329819°	30.514519°	清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区（大溪沟）	81.5	栾树林	二线评估样方
17	111.329652°	30.514174°	清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区（大溪沟）	79.9	水竹林	二线评估样方
18	111.329150°	30.513182°	清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区（大溪沟）	79.3	栾树林	一线恢复样方
19	110.964513°	30.610180°	清江国家森林自然公园（利旧下木洞隧道口 2）	342	日本女贞、南酸枣、棕榈混交林	利旧管道样方
20	110.913984°	30.594373°	清江国家森林自然公园（利旧魏家洲 2 号隧道口 1）	335	水麻、中国旌节花灌丛	利旧管道样方
21	110.899502°	30.588610°	清江国家森林自然公园（利旧小河口隧道口 1）	368	构树、盐肤木混交林	利旧管道样方
22	110.559369°	30.598207°	清江国家森林自然公园边（新建魏家宝隧道口 2）	1367.1	白茅草丛	二线评估样方
23	110.559297°	30.598313°	清江国家森林自然公园边（新建魏家宝隧道口 2）	1381.3	槲栎、亮叶桦、雷公鹅耳枥混交林	二线评估样方
24	110.517876°	30.605237°	清江国家森林自然公园边（新建孔夫子隧道口 2）	854.3	悬钩子灌丛	二线评估样方
25	110.518580°	30.605062°	清江国家森林自然公园边（新建孔夫子隧道口 2）	848.5	槲栎、马尾松混交林	二线评估样方
26	110.358020°	31.030336°	巴东末站（庙岭上）	826.3	马桑、黄檀灌丛	二线评估样方
27	110.358051°	31.030534°	巴东末站（庙岭上）	826.6	栗林	二线评估样方
28	110.261442°	30.880886°	巴东县万福河饮用水水源地（三河口村北）	919	高粱泡、火棘、木姜子、美丽胡枝子灌丛	二线评估样方
29	110.261206°	30.881675°	巴东县万福河饮用水水源地（三河口村北）	900.9	柳杉林	二线评估样方
30	110.261191°	30.881608°	巴东县万福河饮用水水源地（三河口村北）	910.2	芒草丛	二线评估样方
31	110.266323°	30.846169°	巴东县万福河饮用水水源地（刘家荒村北）	1545.1	槲栎、亮叶桦、雷公鹅耳枥混交林	二线评估样方
32	110.257987°	30.801579°	巴东国家级森林公园（绿葱坡镇）	1746	柳杉林	二线评估样方

编号	纬度	经度	所在区域	海拔(m)	植被群落类型	样方类型
33	110.257393°	30.800995°	巴东国家级森林公园（绿葱坡镇）	1743.3	鸭儿芹草丛	二线评估样方

续表 6.1-6　工程评价区植物现场调查样方统计表

编号	纬度	经度	所在区域	海拔(m)	植被群落类型	样方类型
34	110.218290°	30.646213°	湖北省恩施州巴东县花栗山（支井河 2 号隧道口 2 新建）	1099.2	美丽胡枝子、女贞灌丛	二线评估样方
35	110.218031°	30.646234°	湖北省恩施州巴东县花栗山（支井河 2 号隧道口 2 新建）	1100.7	漆、构树林	二线评估样方
36	109.350157°	30.350582°	生态红线（恩施州宋家塆）	512.9	川莓灌丛	利旧管道样方
37	109.349692°	30.350049°	生态红线（恩施州宋家塆）	535.5	酸模叶蓼草丛	利旧管道样方
38	109.350027°	30.350478°	生态红线（恩施州宋家塆）	517.1	葛、赤小豆、天胡荽草丛	利旧管道样方
39	109.337288°	30.334325°	生态红线（恩施州沙坪）	549.9	枫杨、光叶槭、柳杉混交林	利旧管道样方
40	109.335258°	30.316511°	生态红线（恩施州尖山包）	737.5	枫杨、柳杉混交林	一线恢复样方
41	109.334908°	30.316110°	生态红线（恩施州尖山包）	737.6	野蔷薇灌丛	一线恢复样方
42	109.334619°	30.315818°	生态红线（恩施州尖山包）	731.1	水麻、川莓、马桑灌丛	一线恢复样方
43	109.334335°	30.315796°	生态红线（恩施州尖山包）	733.4	透茎冷水花、巴东过路黄草丛	一线恢复样方
44	108.878771°	30.236108°	生态红线（利川市印家沟）	1181.4	茶荚蒾灌丛	二线评估样方
45	108.879023°	30.236326°	生态红线（利川市印家沟）	1163.3	糯米团、蕨草丛	二线评估样方
46	108.879106°	30.236311°	生态红线（利川市印家沟）	1157.2	黄花蒿、荩草、糯米团草丛	二线评估样方
47	108.934739°	30.256528°	生态红线（利川市钟灵山村）	1375.7	亮叶桦、水红木混交林	二线评估样方
48	108.934397°	30.257137°	生态红线（利川市钟灵山村）	1370.7	插田泡、喜阴悬钩子、软条七灌丛	二线评估样方
49	108.483034°	30.247096°	大风堡自然保护区石印村北（一线旧新街隧道口）	1185	喜树林	一线恢复样方
50	108.483102°	30.246999°	大风堡自然保护区石印村北（一线旧新街隧道口）	1184.1	序叶苎麻、白车轴草草丛	一线恢复样方
51	108.483049°	30.246655°	大风堡自然保护区石印村北（一线旧新街隧道口）	1180.3	三叶崖爬藤、抱石莲草丛	一线恢复样方
52	108.482544°	30.245628°	大风堡自然保护区石印村北（新建新街隧道口 2）	1183.1	喜树林	二线评估样方
53	108.482383°	30.245448°	大风堡自然保护区石印村北（新建新街隧道口 2）	1187.6	凤仙花草丛	二线评估样方
54	108.462132°	30.254241°	大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北（新建油草河隧道口 2）	1383.9	兴山柳、高粱泡灌丛	二线评估样方
55	108.462086°	30.254302°	大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北（新建油草河隧道口 2）	1381	柳杉林	二线评估样方
56	108.462033°	30.254356°	大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北（新建油草河隧道口 2）	1398.5	金星蕨、丝叶薹草草丛	二线评估样方
57	108.393213°	30.275602°	重庆石柱县黄水镇山王庙	1595.3	马尾松、亮叶桦、大叶杨混交林	利旧管道样方
58	108.393320°	30.275734°	重庆石柱县黄水镇山王庙	1601.4	芒草丛	利旧管道样方
59	108.394060°	30.275630°	重庆石柱县黄水镇山王庙	1591	梅花草草丛	利旧管道样方
60	108.436022°	30.264463°	重庆黄水国家森林公园北（新建油草河隧道口 1）	1471.5	柳杉林	二线评估样方
61	108.437076°	30.263641°	重庆黄水国家森林公园北（新建油草河隧道口 1）	1469.1	马松绣球灌草丛	二线评估样方

62	108.437245°	30.263411°	重庆黄水国家森林公园北（新建油草河隧道口 1）	1469.4	高粱泡、马桑灌丛	二线评估样方
63	108.427523°	30.270596°	重庆黄水国家森林公园北	1499.2	柳杉林	利旧管道样方

续表 6.1-6 工程评价区植物现场调查样方统计表

编号	纬度	经度	所在区域	海拔(m)	植被群落类型	样方类型
64	108.254850°	30.316118°	重庆市石柱县高家坝（新建方斗山隧道口 2，新 21 阀室附近）	1035.1	川莓灌丛	一线恢复样方
65	108.254926°	30.315996°	重庆市石柱县高家坝（新建方斗山隧道口 2，新 21 阀室附近）	1036.8	水芹、芒、黄花蒿草丛	一线恢复样方
66	108.258412°	30.318479°	重庆市石柱县（新建方斗山隧道口 2，新 21 阀室附近）	1043.8	川莓灌丛	二线评估样方
67	108.258358°	30.318401°	重庆市石柱县（新建方斗山隧道口 2，新 21 阀室附近）	1060.4	木贼草丛	二线评估样方
68	108.072417°	30.380720°	重庆市重庆市忠县金龟石	342	栾树林	一线恢复样方
69	108.072264°	30.380703°	重庆市重庆市忠县金龟石	343.3	败酱、乌蔹莓草丛	一线恢复样方
70	108.063066°	30.370321°	重庆市重庆市忠县中峰村（新建白坡隧道口 1）	312.3	槲栎林	二线评估样方
71	108.063149°	30.370345°	重庆市重庆市忠县中峰村（新建白坡隧道口 1）	312.1	接骨草草丛	二线评估样方
72	108.063157°	30.370433°	重庆市重庆市忠县中峰村（新建白坡隧道口 1）	310.2	槲栎林	二线评估样方
73	108.002612°	30.365966°	甘井沟市级风景名胜区龙子漕东侧	180.7	插田泡灌丛	二线评估样方
74	108.003045°	30.366018°	甘井沟市级风景名胜区龙子漕东侧	179.8	芒草丛	二线评估样方
75	108.006655°	30.363433°	甘井沟市级风景名胜区龙子漕东侧	370.5	八角枫、枫杨、樟混交林	二线评估样方
76	107.205584°	30.083040°	长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地	372	柏木、构树混交林	二线评估样方
77	107.204912°	30.083020°	长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地	367.2	木贼草丛	二线评估样方
78	107.204996°	30.082728°	长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地	362.8	竹叶花椒灌丛	二线评估样方
79	107.072800°	30.036455°	生态红线（新建明月山 2 号隧道口 2）	580.1	毛莓莓、海桐灌丛	二线评估样方
80	107.073173°	30.036567°	生态红线（新建明月山 2 号隧道口 2）	582.4	葛丛	二线评估样方
81	107.077394°	30.033961°	生态红线（新建明月山 2 号隧道口 2）	580	慈竹林	二线评估样方
82	107.006859°	30.001464°	生态红线（长寿区葛兰镇芦池乡）	611.7	白茅草丛	二线评估样方
83	107.007179°	30.001395°	生态红线（长寿区葛兰镇芦池乡）	611.4	牡荆灌丛	二线评估样方
84	107.007216°	30.001389°	生态红线（长寿区葛兰镇芦池乡）	607.3	樟树林	二线评估样方
85	106.894566°	29.949272°	铜锣峡支线（明月镇）	339	桑灌丛	二线评估样方
86	106.894421°	29.949179°	铜锣峡支线（明月镇）	338.5	豨莶、鸡眼草、黄花蒿草丛	二线评估样方
87	106.894032°	29.950163°	铜锣峡支线（明月镇）	346.6	樟树林	二线评估样方
88	106.858240°	29.972658°	生态红线（渝北区黄印乡华福村）-新建铜锣山隧道口 2	404.8	柏木、盐肤木混交林	二线评估样方
89	106.858164°	29.972498°	生态红线（渝北区黄印乡华福村）-新建铜锣山隧道口 2	400.8	芒草丛	二线评估样方
90	106.858102°	29.972408°	生态红线（渝北区黄印乡华福村）-新建铜锣山隧道口 2	405.5	叶下珠草丛	二线评估样方
91	106.778622°	29.979220°	重庆市渝北区小屋基（新 12 阀室附近）	672.9	芒草丛	二线评估样方
92	106.778561°	29.979124°	重庆市渝北区小屋基（新 12 阀室附近）	672.3	芒、狗尾草草丛	二线评估样方
93	106.567252°	29.976263°	生态红线（新建中梁山 1 号隧道口 2）	681.9	火棘、牡荆、野蔷薇灌丛	二线评估样方

94	106.567244°	29.976261°	生态红线（新建中梁山 1 号隧道口 2）	681.3	芒、序叶苎麻、木贼草丛	二线评估样方
95	106.570933°	29.973505°	生态红线（新建中梁山 1 号隧道口 2）	681.3	柏木、棕榈、油桐混交林	二线评估样方
96	106.468437°	29.950186°	生态红线（重庆市合川区雷家沟南，新建缙云山隧道口 2）	361.8	喜树林	二线评估样方

续表 6.1-6 工程评价区植物现场调查样方统计表

编号	纬度	经度	所在区域	海拔(m)	植被群落类型	样方类型
97	106.468414°	29.950079°	生态红线（重庆市合川区雷家沟南，新建缙云山隧道口 2）	363.5	芒、截叶铁扫帚、龙芽草、地桃花草丛	二线评估样方
98	106.320954°	29.935368°	重庆市合川区九峰山森林公园（新建云雾山 1 号隧道口 1）	466.6	白茅、黄花蒿、牛膝草丛	二线评估样方
99	106.325083°	29.932658°	重庆市合川区九峰山森林公园（新建云雾山 1 号隧道口 1）	270.6	柑橘园	二线评估样方
100	105.599027°	30.089485°	四川省资阳市安岳县滑狮村	247.2	慈竹林	二线评估样方
101	105.849551°	30.042857°	重庆市重庆市沱南区沱湾	240.8	香椿林	二线评估样方
102	105.849635°	30.042841°	重庆市重庆市沱南区沱湾	236.9	木贼草丛	二线评估样方
103	105.729013°	29.827359°	潼南生态红线（大足区朱家沟）	466.6	南酸枣林	二线评估样方
104	105.729074°	29.827409°	潼南生态红线（大足区朱家沟）	466.9	黄花蒿草丛	二线评估样方
105	105.728800°	29.827624°	潼南生态红线（大足区朱家沟）	466.8	白簕灌丛	二线评估样方
106	105.263792°	29.670151°	新建内江注入站（东兴区破马村）	391.3	构树、青麸杨林	二线评估样方
107	105.263229°	29.669801°	新建内江注入站（东兴区破马村）	377.7	柏木、构树混交林	二线评估样方
108	104.988225°	29.676244°	内江第三水厂（东兴区白马滩）	321.8	枫杨林	二线评估样方
109	104.991133°	29.677706°	内江第三水厂（东兴区白马滩）	341.1	瓜木、牡荆灌丛	二线评估样方
110	104.666378°	29.471970°	新建威远首站（威远县郭家冲）	336.8	黄花蒿、狗尾草、金盏银盘草丛	二线评估样方
111	105.339485°	29.424188°	柏林寺水库（威远县五马槽村）	402	毛泡桐、樟、刺槐、慈竹混交林	二线评估样方

注：二线评估样方位于川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）新建管道范围内，是本次生态环境现状调查的主要样方类型。一线恢复样方是并行的川气东送一线天然气管道工程的恢复样方通过评估样方与恢复样方在植物物种多样性和生物量方面进行比较，对评估样方做出环保措施有效性评价。利旧管道样方也属于一线恢复样方，但是仍在二线工施工范围内，因此即可作为评估样方也可以做为恢复样方进行评价。

1） 四川盆地农产品提供功能区

该区属暖亚热带常绿阔叶林带，河流两岸及路旁、村边生长的树种有构树、瓜木、樟树、柏树等；栽植的果树有柠檬等。

该区域由于人类活动频繁，开发历史悠久，原始植被类型已不复存在，取而代之的是人工栽培植被类型，主要种植品种有玉米、大豆、水稻等，是本区的高产稳产农田；园地主要为果园，主要果树品种柠檬；天然植被群落结构、种类组成简单。人工种植树种为白杨、构树、乌桕、香椿、瓜木、盐肤木、枫杨、南酸枣、光皮梾木、樟、油桐、灯台树、青扶杨等，主要沿河流、道路、田边地隙和村落附近种植；还有马桑、插田泡、高粱泡、白勒、牡荆、地榕、葛、黄檀等灌木；另外，在林下及道路两旁分布有天然旱生、中生草甸植被，主要植物有慈竹、金星蕨、空心莲子草、牛膝、天胡荽、牛筋草、芒、木贼、蜈蚣草、、小飞蓬、风轮菜、牵牛、毛茛、黄花酢浆草、丝叶薹草、狗尾草、白茅、缫丝花、叶下珠、龙葵等。

管线经过区域内人口相对密集，村镇星罗棋布，公路密集，呈网状分布。沿线以农业生态景观为主。据现场调查，管道沿线两侧主要为农田。

——新建威远首站-内江第三水厂段：约 68km，该段地形平坦，以棕紫砂土壤为主。沿线以农田为主，农作物以水稻、玉米为主，其次有大豆等；沿干渠、道路多种植杨树林，村庄附近有栽培的人工林，主要树种为枫杨、白杨、构树、樟等，并多散生桑树与瓜木。

——内江第三水厂-新建内江注入站段：约 36.6km，该段地形平坦，以棕紫砂土壤为主。沿线以农田为主，农作物以水稻、玉米为主，其次有大豆等；区段内有沱江流过，沱江穿越处位于新建内江注入站附近；沿道路多种植青扶杨、柏树等。

——新建内江注入站-柏林寺水库段：约 78.4km，该段地形平坦，以棕紫砂土壤为主。沿线作物以水稻、玉米为主，其次有大豆、番薯等；道路两旁多种植毛泡桐、樟、楤木等，村庄附近有栽培的人工林，主要树种为青扶杨、柏树、构树等。

2） 川东丘陵林产品提供功能区

该区主要植被是亚热带常绿阔叶林，主要以构树、乌桕、瓜木、盐肤木、枫杨、灯台树等为主，森林面积多，且多为次生林，也有香椿、南酸枣等人工林，而绝大多数山丘区则因森林破坏后而覆盖着灌草丛，平原及低矮山丘则垦为农田。该区为四川省重要林产品提供区，栽培植被主要种类有玉米、水稻、大豆等。

评价范围内植被类型较为简单，人工林主要沿河流、道路、田边地隙和村落附近种植，主要乔木树种有杨树、构树、乌桕等，经济林木主要有柠檬、柿子等；灌木主要有白簕、葛、牡荆、高粱泡、插田泡等；天然植被稀少且多为次生，草丛以常见杂草(如毛茛、牵牛、芒、木贼、牛筋草等)为主，天然植被群落结构、种类组成简单。作物以玉米、水稻为主。

——柏林寺水库-潼南生态红线段：约 97.7km，管线途经地以棕壤为主，沿线以农田为主，作物以水稻、玉米为主；山丘上及沿河流、道路多种植杨树、构树、乌桕，村庄附近有栽培的人工林，管道穿越潼南生态保护红线区（大足区朱家沟）。

——潼南生态红线-安岳县滑狮村段：约 59km，管线所经地区以棕壤为主。沿线以农田为主，作物以水稻、玉米为主，丘上及沿河流、道路多种植杨树、构树、乌桕，村庄附近有栽培的人工林和柠檬果园。

——安岳县滑狮村-沱南区沱湾段：约 34.1km，管线所经地区以棕壤为主。沿线以农田为主，作物以水稻、玉米为主，丘上及沿河流、道路多种植盐肤木、瓜木、枫杨等，村庄附近有栽培的香椿，草本为常见的牛筋草、芒、婆婆针等。

3) 渝东南山区土壤功能保持区

管线所经区域主要属于渝东南山区土壤功能保持区，其中亚热带乔木及灌木种类甚多，植被类型较为丰富，乔木以槲栎、盐肤木、瓜木、樟、栾树等为主要树种，主要建群种灌木以葛、菝葜、蔷薇、悬钩子等为主，草本植物多样，两型豆、萹蓄、蕨类植物、败酱以及一些常见菊科植物。该区农业植被主要是玉米、水稻、大豆，还有栽培植物辣椒，药用植物黄连；林木主要沿河流、道路、田边地隙和村落附近种植，天然植被类型以栾树、灯台树、构树、棕榈、柳杉等为多。

——沱南区沱湾-九峰山森林公园段：约 70.6km，该段管线主要沿缓丘敷设，地形起伏不大，以灰棕黄紫泥土为主。沿线以农田为主，作物以水稻，玉米为主，沿河流、道路、村庄附近多种植栾树、构树、乌桕等。

——九峰山森林公园-合川生态红线段：约 33.5km，主要沿缓丘敷设，地形起伏不大，以灰棕黄紫泥土为主。沿线以农田为主，作物以水稻，玉米为主，沿河流、道路分布旱莲木、悬钩子、小构等。

——合川生态红线-金刀峡自然保护区段：约 47.6km，主要沿缓丘敷设，地形起伏不大，以黄壤土和紫色土为主。沿线作物以水稻，玉米为主，沿河流、道路分布有油桐、柏树、牡荆、悬钩子、野蔷薇等。

——金刀峡自然保护区-新 12 阀室段：约 60km，主要沿缓丘敷设，地形起伏较大，以黄壤土和紫色土为主。沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有樟、瓜木、盐肤木等，还有芒、狗尾草等常见草本。

——新 12 阀室-渝北区华福村生态红线段：约 35.5km，主要沿缓丘敷设，地形起伏较大，以黄壤土和紫色土为主。沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有柏树、油桐、盐肤木等，还有海金沙、叶下珠、苍耳、荩草、糯米团等草本。

——渝北区华福村生态红线-明月镇生态红线段：约 7.0km，管道所经地区地势起伏大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有桑树、樟、毛泡桐、栾树、构树等，还有慈竹、白茅、金星蕨等草本。

——明月镇生态红线-葛兰镇生态红线段：约 30.5km，管道所经地区地势起伏大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、河柳、村庄分布有构树、大叶女贞、樟、棕榈等，还有插田泡、喜阴悬钩子、蛇葡萄、慈竹、白茅、金星蕨等灌草丛。

——葛兰镇生态红线-葛兰水源地保护区段：约 43.7km，管道所经地区地势起伏较大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有海桐、樟、枫杨、灯台树等，还有君迁子、葛、荚蒾、慈竹、白茅、金星蕨等灌草丛。

——葛兰水源地保护区-文家冲罗围水源地段：约 18.8km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、水源地、村庄分布有构树、柏树、竹叶花椒、桑等，还有空心莲子草、接骨草、何首乌、白苞蒿等草本。

——文家冲罗围水源地-甘井沟市级风景名胜区龙子漕东侧段：约 121.8km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有构树、柏树、竹叶花椒、桑等，还有空心莲子草、接骨草、何首乌、白苞蒿等草本。

——甘井沟市级风景名胜区龙子漕东侧-重庆市重庆市忠县中峰村段：约 15.5km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，植被类型是针阔混交林，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有马尾松、槲栎、盐肤木、叶下珠、海金沙、过路黄、里白等灌草植被。

——重庆市重庆市忠县中峰村-重庆市忠县金龟石段：约 1.6km，管道所经地区地势起伏较大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有银杏、栾树、樟、盐肤木、楠木等，此外还有乌蔹莓、悬钩子、山蚂蝗等灌草植被。

——重庆市忠县金龟石-新 21 阀室段：约 65.3km，管道所经地区地势起伏较大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有银杏、栾树、樟等，此外还有马桑、木姜子、川莓、插田泡等灌木以及木贼、芒、路边青等常见草本。

——新 21 阀室-重庆黄水国家森林公园北段：约 35.5km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，植被类型是针阔混交林，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有马尾松、柳杉、亮叶桦、槲栎等乔木，此外还有高粱泡、刺槐、喜阴悬钩子、插田泡等灌木以及老鹳草、紫菀、两型豆、粘冠草等草本植被。

——重庆黄水国家森林公园北-大风堡自然保护区黄水镇山王庙段：约 4.9km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，植被类型是针阔混交林，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布

有马尾松、柳杉、亮叶桦、大叶杨等乔木，此外还有半边月、刺槐、喜阴悬钩子等灌木以及香青、车前草、荩草、灯心草等草本植物。

——大风堡自然保护区黄水镇山王庙-大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北段：约 17.7km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，植被类型是针阔混交林，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有盐肤木、柳杉等乔木，此外还有马桑、川莓、野蔷薇、高粱泡、柔毛绣球等灌木以及荩草、獐牙菜、芒等草本。

——大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北-大风堡自然保护区石印村北段：约 4.28km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，植被类型是针阔混交林，沿线作物以水稻，玉米为主，沿道路、村庄分布有栾树、杨树、盐肤木、灯台树等乔木，此外还有川莓、高粱泡、火棘等灌木以及豨签草、荩草、婆婆针、芒白车轴草等常见草本。

4） 鄂西南生物多样性保护功能区

鄂西南武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线总面积约 17245 平方公里,约占全省红线总面积的 41.60%,约占该区国土面积的 41.14%,主要分布在恩施土家族苗族自治州全境和宜昌市五峰土家族自治县、长阳土家族自治县等地区,主要包含忠建河大鲵国家级自然保护区、柴埠溪国家级森林公园、宣恩贡水河国家湿地公园、恩施腾龙洞大峡谷国家地质公园、长江三峡国家级风景名胜区、清江白甲鱼国家级水产种质资源保护区等保护地及生态功能极重要区与生态环境极敏感区,生态系统以亚热带森林生态系统为主，区内植被为针叶阔叶林混交林。鄂西南乔木层有柳杉、枫杨、瓜木、香椿等，灌木层有茶荚蒾、半边月、细枝柃、滇白珠、川莓、大血藤等，草本层有里白、蕨、忍冬等。

——生态红线（利川市钟灵山村）-生态红线（利川市印家沟）段，约 13.8km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有亮叶桦、水红木等乔木，茶荚蒾、半边月、细枝柃、滇白珠等灌木，还有蕨、忍冬、金丝桃、蟹甲草、鸡眼草、大吴风草、小花柳叶菜等草本。

——生态红线（利川市印家沟）-生态红线（恩施州尖山包）段，约71.7km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有、柳杉、枫杨、瓜木、香椿等乔木，盐肤木、白勒、高粱泡、构树等灌木，还有金星蕨、荩草、路边青、小飞蓬、狗尾草等草本。

——生态红线（恩施州尖山包）-生态红线（恩施州沙坪）段，约2.8km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有枫杨、光叶槭、樱桃、柳杉等乔木，宜昌悬钩子、马桑、山胡椒等灌木，还有蜈蚣草、井栏边草、乌蕨等草本。

——生态红线（恩施州沙坪）-生态红线（恩施州宋家塆）段，约3.3km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有枫杨、光叶槭、樱桃等乔木，川莓、葛、牡荆、白勒等灌木，还有棕叶狗尾草、野茼蒿、龙葵、海金沙、何首乌等草本。

——生态红线（恩施州宋家塆）-湖北省恩施州巴东县花栗山段，约147.3km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有漆树、杨树、棕榈等乔木，胡枝子属、异叶榕、高粱泡等灌木，还有野菊、黄花蒿、芒等草本。

——湖北省恩施州巴东县花栗山-长江中下游干流绿葱坡镇田家坪河流型水源地段，约44.4km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有柳杉、落叶松等乔木，接骨木、猫儿屎、白檀等灌木，还有巴东过路黄、打破碗花花、白芷、蟹甲草、赤爬等草本。

——长江中下游干流绿葱坡镇田家坪河流型水源地-巴东县万福河饮用水水源地三河口村北段，约28.7km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源

地、村庄分布有柳杉、杉木、胡桃楸等乔木，木姜子、楮、中国旌节花、马桑等灌木，还有鸭跖草、紫菀、泽兰、鱼腥草、贯众等草本。

——巴东县万福河饮用水水源地刘家荒村北-巴东国家级森林公园庙岭上段，约46.6km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有黄檀、柳杉、胡桃楸等乔木，喜荫悬钩子、截叶铁扫帚、盐肤木等灌木，还有败酱、黄花蒿、小飞蓬、何首乌等草本。

——巴东国家级森林公园庙岭上-清江国家森林自然公园边段，约131.5km管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有鹅耳枥、亮叶桦、红肤杨、槲栎等乔木，球核荚蒾、宜昌胡枝子等灌木，还有唐松草、茜草、缠绕双蝴蝶、龙芽草、川续断等草本。

——清江国家森林自然公园边-清江国家森林自然公园段，约75.7km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻为主，沿道路、水源地、村庄分布有南酸枣、大叶女贞、棕榈等乔木，异叶凉王茶、梾木、香叶树、紫丹林等灌木，还有顶芽狗脊蕨、细穗腹水草、荩草、白接骨等草本。

5) 三峡库区土壤保持功能区

三峡库区是国家及全球十分特殊的生态功能区,其水土保持、生物多样性维护等功能对于三峡工程长期安全运行、长江中下游防洪与生态安全具有重要的战略意义。库区生态保护红线面积约761平方公里,约占库区各(市)国土总面积的32.23%,其中包含国家级自然保护区4个、省级自然保护区2 个、国家级森林公园4个、省级森林公园3个、国家级湿地公园 3个、国家级地质公园2个、省级风景名胜区2个、国家级水产 种质资源保护区1个、重要水库3个。

——清江国家森林自然公园-四陵坡白鹭自然保护小区段，约59.4km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有栾树、枫杨等乔木，

毛桐、宜昌胡颓子、构树等灌木，还有野菊、狗尾草、酢浆草、葱莲等草本。

——四陵坡白鹭自然保护小区-湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸路边段，约 56.7km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有银杏、毛泡桐、栾树等乔木，构树、蛇葡萄、宜昌胡颓子等灌木，还有野菊、酢浆草、葱莲、萱草、沿阶草、三脉紫菀等草本。

——湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江北岸路边-猇亭区善溪冲水库北段，约 11km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有旱莲木、盐肤木、黄檀、樟等乔木，山莓、鸡矢藤、野蔷薇等灌木，还有水竹、井栏边草、金星蕨、茜草等草本。

——猇亭区善溪冲水库北-枝江玛瑙河省级湿地公园玛瑙河边段，约 13.6km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有枫杨、构树、棕榈、旱莲木等乔木，盐肤木、牡荆、蛇葡萄等灌木，还有木贼、海金沙、光头稗等草本。

6） 江汉平原农产品提供功能区

江汉平原湖泊湿地生态保护红线。总面积约 4460 平方公里,约占全省红线总面积的 10.76%,约占该区国土面积的 9.19%, 主要分布在荆州市、武汉市、鄂州市全境和荆门市、孝感市、黄石市、咸宁市的局部地区,主要包含石首麋鹿国家级自然保护区、沲水国家级森林公园、武汉东湖国家湿地公园、木兰山国家地质公园、陆水国家级风景名胜区、保安湖鳜鱼国家级水产种质资源保护区等保护地及生态功能极重要区与生态环境极敏感区,生态系统以淡水湖泊湿地生态系统为主,代表性物种包括莼菜、麋鹿、东方白鹳、黑鹤、白鹤、白头鹤、丹顶鹤、江豚、白鱀豚、中华鲟等。

——枝江玛瑙河省级湿地公园玛瑙河边 -荆州长湖湿地自然保护区内泊湖段，约 87.8km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有

樟、构树、枫杨等乔木，还有杠板归、小飞蓬、苍耳、黄花蒿、狗牙根、苜蓿等草本。

——荆州长湖湿地自然保护区内泊湖-环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近段，约 19.8km，管道所经地区地势起伏不大，土壤类型以紫色土和黄壤土为主，沿线作物以玉米、水稻、为主，沿道路、水源地、村庄分布有意杨、河柳、复羽叶栾树、构树等乔木，桑、野蔷薇等灌木，还有空心莲子草、酸模叶蓼、鬼针草、鸭跖草、野莴苣等草本。

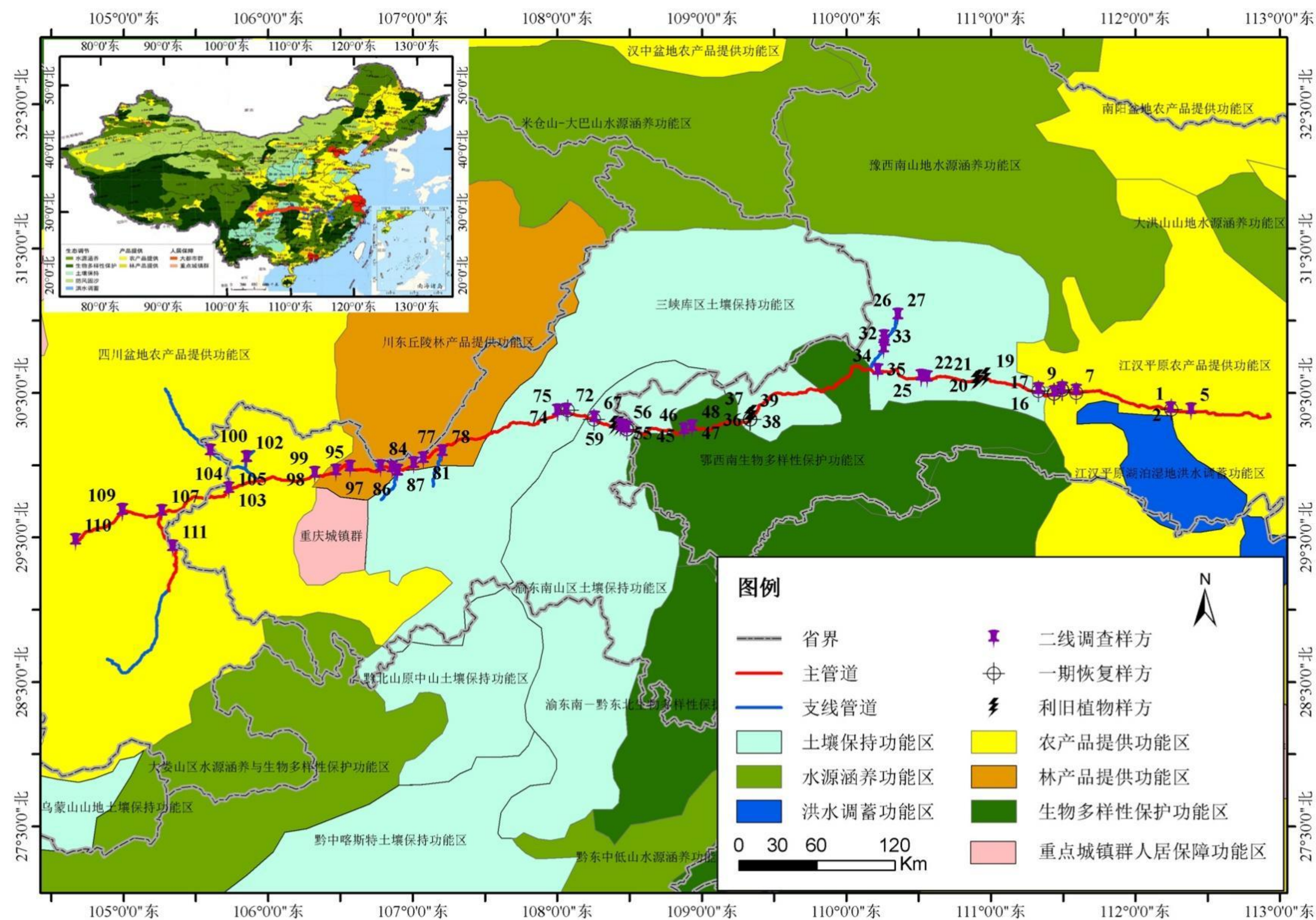


图 6.1-5 川气东送二线管线（川渝鄂段）植物现场调查样方点位图

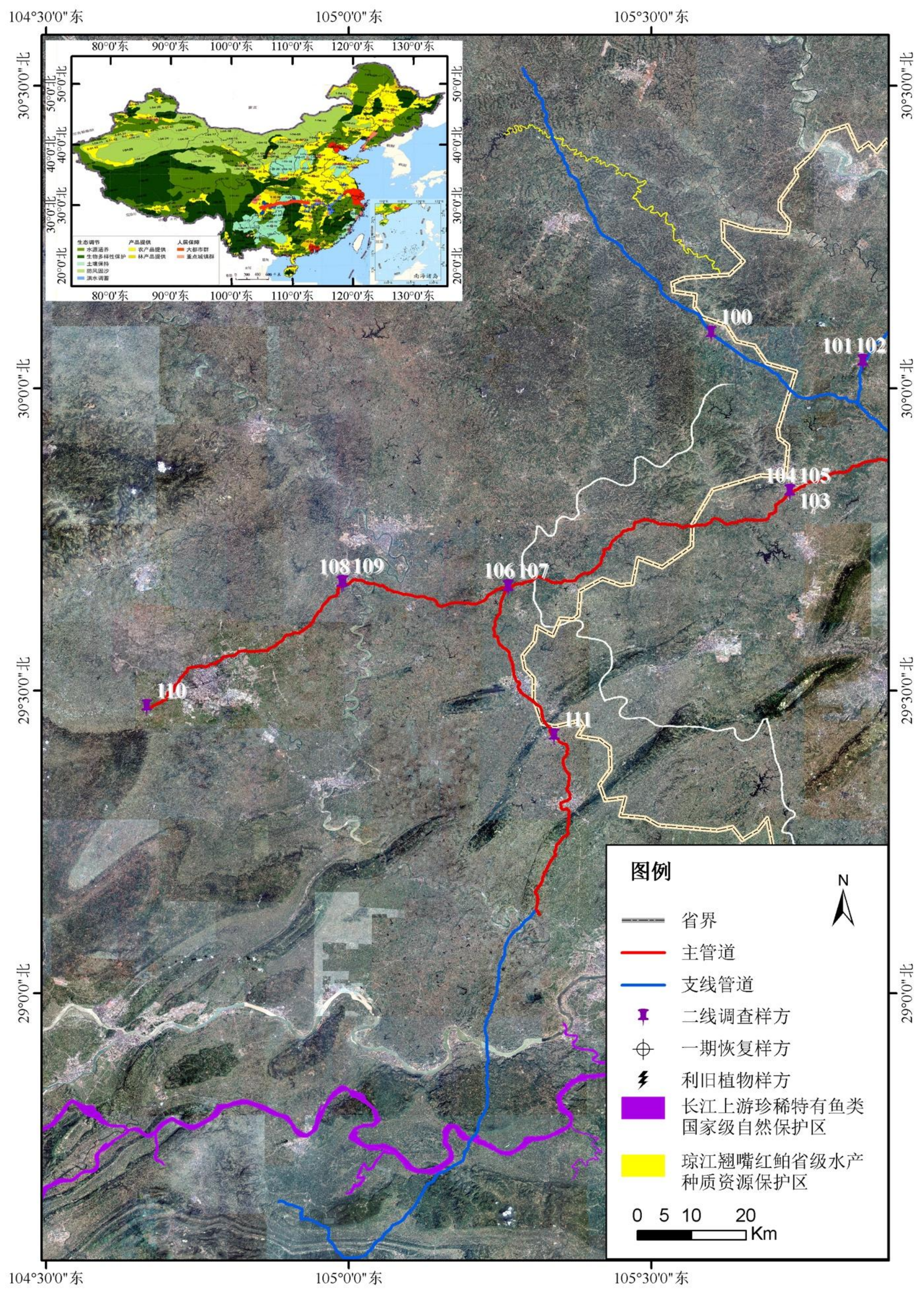

104°30'0"东
105°0'0"东
105°30'0"东
30°30'0"北
30°0'0"北
29°30'0"北
29°0'0"北
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
图例
N
省界
主管道
支线管道
二线调查样方
一期恢复样方
利旧植物样方
长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区
琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区
0 5 10 20
Km

图 6.1-6（1） 川气东送二线四川段植物现场调查样方点位图

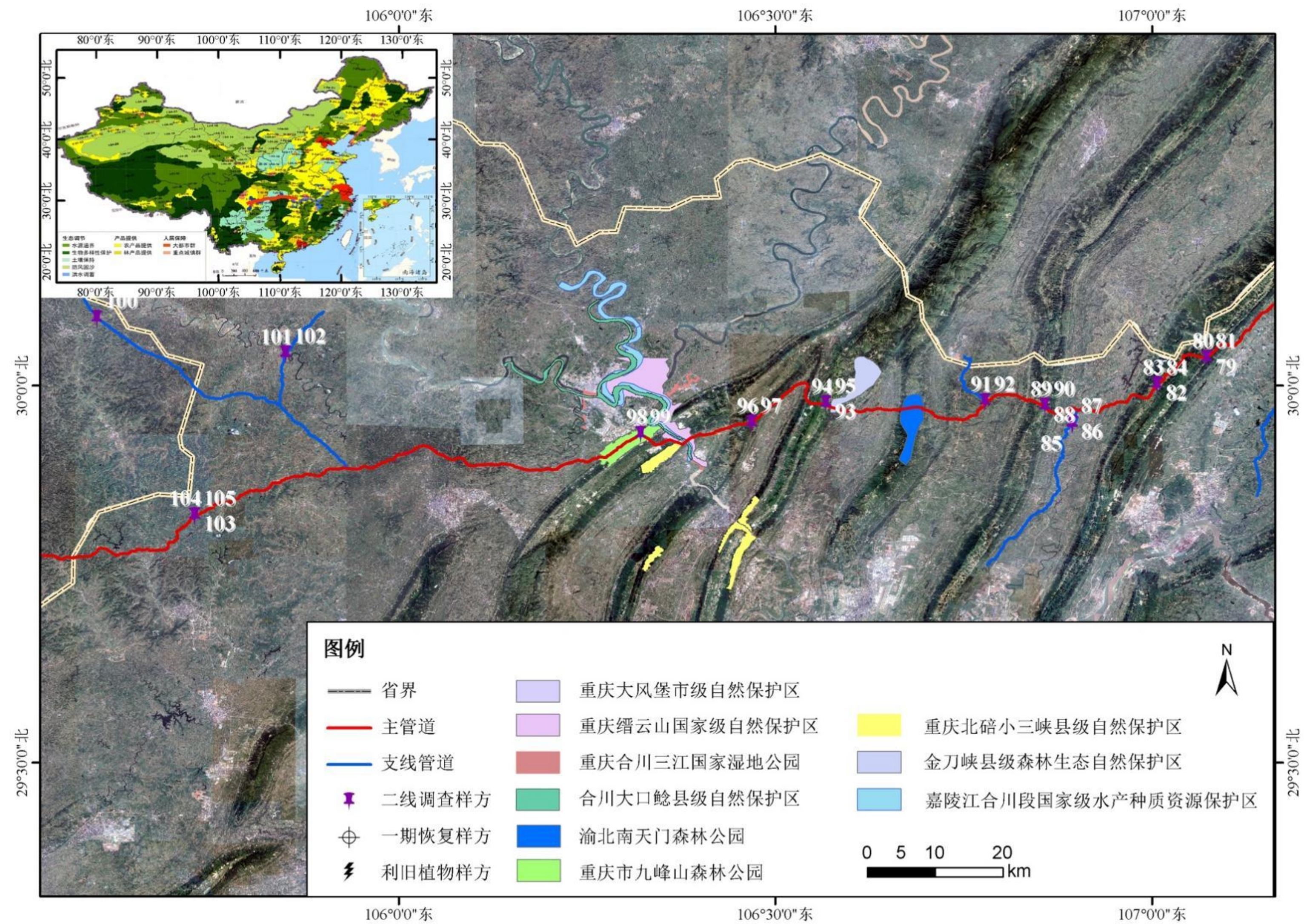


图 6.1-6（2）　川气东送二线重庆段植物现场调查样方点位图（1）

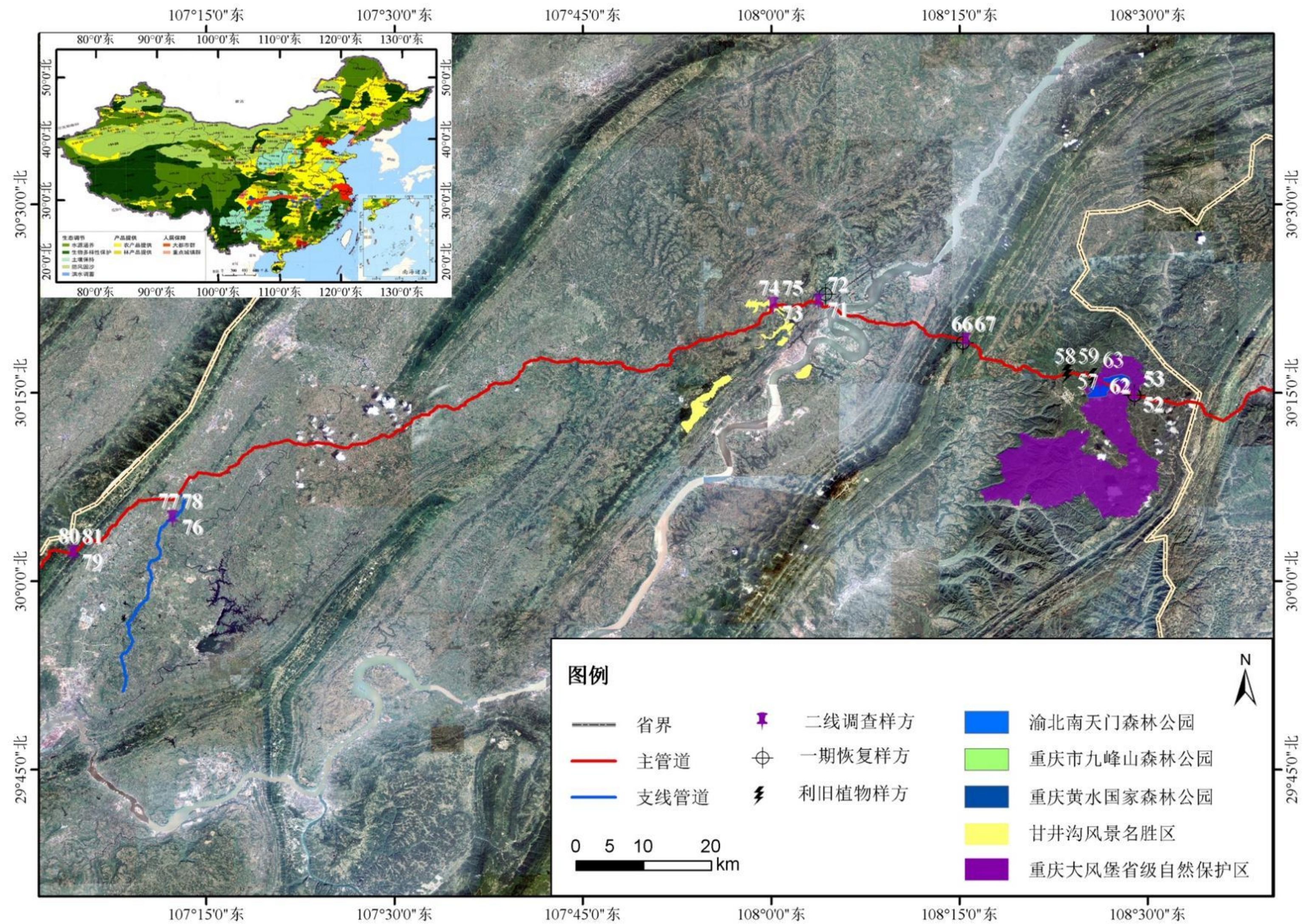


图 6.1-6（3） 川气东送二线重庆段植物现场调查样方点位图（2）

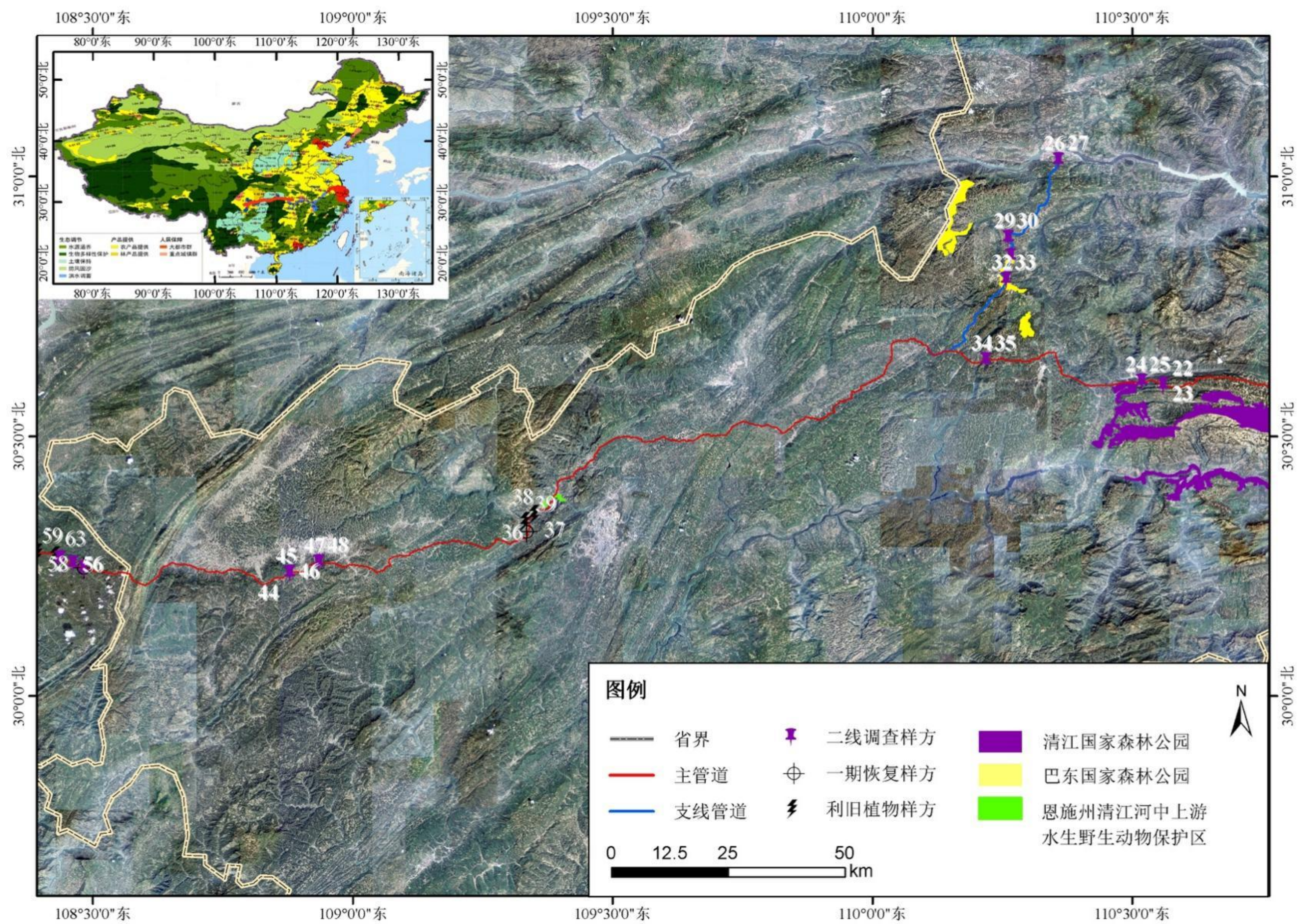


图 6.1-6（4） 川气东送二线湖北段植物现场调查样方点位图(1)

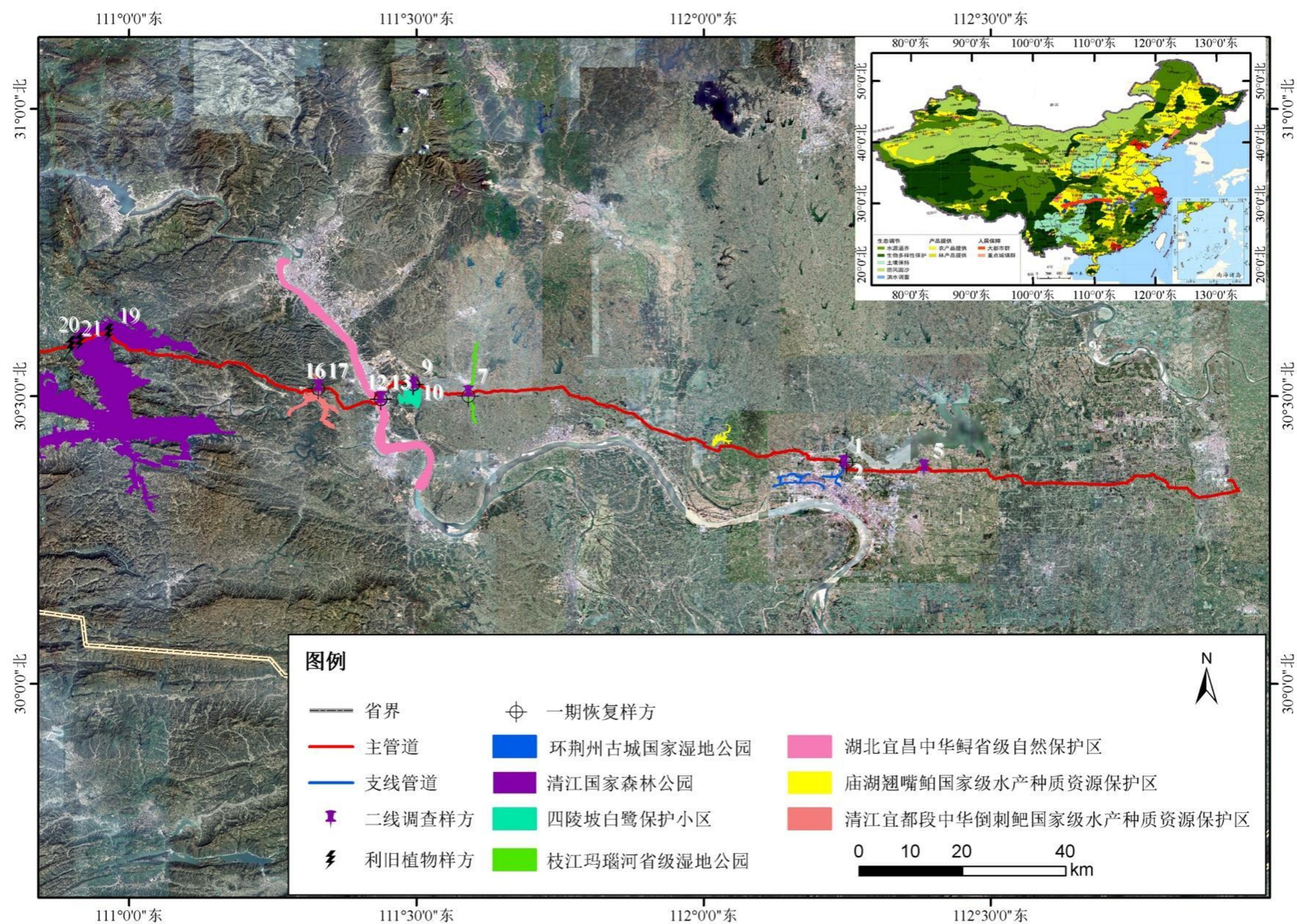


图 6.1-6（5） 川气东送二线湖北段植物现场调查样方点位图(2)

6.1.3.2 管道沿线植物多样性分析

植物资源调查采用实地调查与基础资料收集相结合的方法。实地调查采取样方和样线踏查的方法进行，针对评价区的维管束植物资源进行调查。通过查阅现有资料，初步了解工程沿线植被状况，在地形图上初步确定野外考察路线及样地设置区，然后在实地踏查的基础上，确定典型的植物群落地段，进行现场样方调查。其中，乔木群落样方大小为10m×10m，灌木群落 5m×5m，草本群落 2m×2m。样方记录群落盖度、物种、数量(株数或丛数)、高度等因子，同时记录样方的位置(地名、经纬度、海拔)等，并拍摄样地影像资料。调查过程中能够准确识别的植物种类，及时记名记录。对于野外不能准确鉴定的植物种类，用数码相机进行拍照记录并采集标本，带回实验室整理鉴定。对农业植被类型和水生植被类型仅记录物种，不做样方。最后，整理汇总评价区植物名录。

对遇见的国家重点保护和珍稀濒危植物，根据《国家重点保护野生植物名录》(2021)的相关规定，采用实地逐株调查，GPS 定位并记载坐标，对典型分布区域进行实地拍照。详细记录分布地点、海拔、数量、生长状况(高度、胸径等)、周边生境、人为干扰等情况。

本节分析川气东送二线工程（川渝鄂段）新建和利旧管道沿线的植物多样性，因此数据来自二线评估样方和利旧管道样方共 92 个样方的调查结果，不包含 19 个一线恢复样方的数据。样方信息见表 6.1-6，样方在管线的位置分布详见图 6.1-6。管线沿途所选调查样方涵盖了沿线所有典型植被类型，无路可行的地区则以无人机航拍的形式记录所见物种，因此调查所看到的植被和物种类型较为全面。

1） 管道沿线植被类型

从全国植被区划来看，管线评价区属于中国亚热带常绿阔叶林区域。

基于野外调查资料，参照《中国植被志》编研标准，评价区内共存在六种植被型组，即森林、灌丛、草本植被(草地)、沼泽和水生植被植被、农业植被和城市植被。具体类型详见表 6.1-6，部分植被群落图见图 6.1-7。

表 6.1-7　工程评价区植被类型

植被型组	植被型	群系（类型）
森林	落叶针叶林	1. 柳杉林
	针叶与阔叶混交林	1. 槲栎、马尾松混交林 2. 枫杨、柳杉混交林 3. 马尾松、亮叶桦、大叶杨混交林 4. 柏木、构树混交林 5. 柏木、盐肤木混交林 6. 柏木、棕榈、油桐混交林
	落叶阔叶林	1. 槲栎林 2. 杨树林 3. 栾树林 4. 构树林 5. 栗林 6. 喜树林 7. 香椿林 8. 南酸枣、光皮梾木林 9. 枫杨林
	常绿落叶阔叶混交林	1. 槲栎、亮叶桦、雷公鹅耳枥混交林 2. 樟树、构树混交林 3. 南酸枣、日本女贞、棕榈混交林 4. 亮叶桦、水红木混交林 5. 八角枫、枫杨、樟混交林 6. 毛泡桐、樟、刺槐、慈竹混交林
	常绿阔叶林	1. 樟树林
	竹林	1. 水竹林 2. 慈竹林
灌丛	落叶阔叶灌丛	1. 马桑灌丛 2. 美丽胡枝子、女贞灌丛 3. 水麻、中国旌节花灌丛 4. 茶荚蒾灌丛 5. 竹叶花椒灌丛 6. 桑灌丛 7. 白簕灌丛 8. 牡荆、火棘、野蔷薇灌丛 9. 悬钩子（属）灌丛
草本植物（草地）	灌草丛	1. 白茅草丛 2. 芒草丛 3. 鸭儿芹草丛 4. 酸模叶蓼草丛 5. 糯米团、蕨草丛 6. 凤仙花草丛 7. 梅花草草丛 8. 蕨草丛 9. 接骨草草丛 10. 葛丛 11. 叶下珠草

续表 6.1-7　工程评价区植被类型

植被型组	植被型	群系（类型）
草本植物（草地）	灌草丛	12. 黄花蒿草丛
沼泽与水生植被	草本与苔藓沼泽	1. 酸模叶蓼、空心莲子草杂草群系
	水生植被	1、凤眼蓝群落 2、莲群落 3、菱群落 4、狐尾藻群落
城市植被	城市湿地	1、蓖麻草丛 2、杨树人工林
农业植被	粮食作物	水田（水稻） 旱田（玉米、高粱、红薯等）
	油料作物	芝麻、大豆、
	纤维作物	棉花
	药用作物	凹叶厚朴、黄连、菊芋
	烟草作物	烟草
	菜园	番茄、辣椒、南瓜、魔芋、四季豆、绿豆
	果园	柑橘类、猕猴挑、葡萄
	其他经济作物	经济林（银杏、杜仲、核桃、珙桐、紫薇、白玉兰）、水田作物（莲藕等）

管道沿线主要植被类型概述如下：

——柳杉林(Form. *Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)

柳杉是重要用材树种，亦是荒山造林的先锋树种。生长习性：中等喜光，喜欢温暖湿润、云雾弥漫、夏季较凉爽的山区气候；喜深厚肥沃的沙质壤土，忌积水，生于海拔 400-2500 米的山谷边，山谷溪边潮湿林及山坡林中，并有栽培；根系较浅，侧根发达，主根不明显，故抗风力差。

评价区内的柳杉林均为次生林或人工林，主要分布于湖北省巴东、恩施和重庆市石柱土家族自治县。柳杉林的结构通常非常简单，能够明显划分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次。乔木层树木高度相差不大，林冠层较为平整。柳杉林纯林盖度高可达 80-90%，其中伴以少量杉木、落叶松或马尾松等其他针叶树种或者胡桃楸等阔叶树种；柳杉也可以马尾松树种等共同建林。与林下灌木常见种类有葛、盐肤木、白簕、高粱泡、兴山柳、马桑、绣球、荚蒾、喜阴悬钩子等。林下草本植物常见的是禾本科、菊科、凤仙花科和蕨类植物等，常见种类有齿萼凤仙花、接骨草、三脉紫菀、矮桃、荩草、白茅、芒、金星蕨、蕨、丝叶薹草、路边青、假楼梯草、蕺菜、黄花蒿、巴东过路黄、粘冠草、荚果蕨等。

——槲栎林(Form. *Quercus aliena*)

槲栎生于海拔 100-2000m 的向阳山坡，常与其他树种组成混交林或成小片纯林；木材坚硬，耐腐，纹理致密，供建筑、家具及薪炭等用材；壳斗、树皮富含单宁；槲栎叶片大且肥厚，叶形奇特、美观，叶色翠绿油亮、枝叶稠密，适宜浅山风景区造景之用。

评价区内槲栎主要分布在湖北省长阳县、巴东县和重庆忠县。湖北省内的槲栎常与雷公鹅耳枥、亮叶桦、盐肤木和马尾松形成混交林，分布在清江国家森林公园和巴东县万福河水源地保护区内，林中常见其他乔木树种有槲栎林林下植物种类繁多，常见灌木以恩施栒子、桦叶荚蒾、截叶铁扫帚、灯台树、冻绿、美丽胡枝子、宜昌胡颓子、马桑绣球、半边月为多；林下草本种类繁多但均是相对常见物，如鸭儿芹、老鹳草、丝叶薹草、落新妇、深山堇菜，荩草、芒、里白、乌蕨、蕨类等。重庆忠县内的槲栎林下灌木层物种数量较少，草本植物以蕨类植物为主比如里白、海金沙、卷柏等。

——柏木林(Form. *Cupressus funebris*)

柏木为中国特有树种，分布很广，柏木在华东、华中地区分布于海拔 1100 米以下，在四川分布于海拔 1600 米以下，在云南中部分布于海拔 2000 米以下，均长成大乔木。柏木喜温暖湿润的气候条件，在年均气温 13℃～19℃，年降雨量 1000 毫米以上，且分配比较均匀，无明显旱季的地方生长良好；对土壤适应性广，耐寒性较强，少有冻害发生。

评价区内柏木主要分布在重庆长寿区、渝北区和北碚区以及四川内江，多为人工林，常与构树、盐肤木、棕榈或油桐形成混交林；林下植被种类相对较多，灌木多是牡荆、插田泡、悬钩子、马桑等，草本有地桃花、苍耳、荩草、芒、叶下珠、木贼、喜旱莲子草、狗尾草等。干扰生境中的柏木混生林中间层植物也相对较多，比如乌蔹莓、何首乌、南瓜等攀援植物盖度较大，极大增加了林间郁闭度。——构树林(Form. *Broussonetia papyrifera*)

构树在中国的温带、热带均有分布，不论平原、丘陵或山地都能生长，分布于中国黄河、长江和珠江流域地区，也见于越南、日本；喜光，适应性强，耐旱、耐瘠，常野生或栽于村庄附近的荒地、田园及沟旁，构树具

有速生、适应性强、分布广、易繁殖、热量高的特点。

评价区内三省均有构树分布。该群落常伴有其他乔木，一般为柏木、盐肤木、漆、樟树等；构树林的结构比较容易区分，可区分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次，林下植被较多，灌木主要有竹叶花椒、地果、插田泡、牡荆、小叶女贞、宜昌悬钩子等；草本较灌木更多，一般有荩草、白苞蒿、狗尾草、黄花蒿、光头稗、井栏边草、茜草和酢浆草等。构树可以生长为高达 7-8 米的大型乔木，也可生长为灌木状的小乔木类型形成树丛。

——枫杨林(Form. *Pterocarya stenoptera*)

枫杨在中国华北、华中、华东、华南和西南各地均有分布，生于海拔 1500 米以下的沿溪涧河滩、阴湿山坡地的林中，广泛栽植作园庭树或行道树；枫杨是喜光树种，不耐庇荫。耐湿性强，但不耐长期积水和水位太高之地，喜深厚肥沃湿润的土壤，以温度不太低，雨量比较多的暖温带和亚热带气候较为适宜。

评价区内枫杨在三省均有分布，主要在湖北恩施、重庆忠县和四川内江。该群落常伴有其他乔木形成各种混交林。恩施的枫杨林枫杨占优势，盖度达 70%，与柳杉和光叶槭、樱桃、瓜木形成针叶阔叶混交林；在忠县枫杨则散布于八角枫林之中，与樟树、盐肤木和乌桕一起形成常绿与落叶阔叶混交林；内江的枫杨林中枫杨占优势，与汉白杨、构树、桑、瓜木一起形成落叶落叶林。枫杨林的结构比较容易区分，可区分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次，林下植被丰富，灌木主要有宜昌悬钩子、马桑、白背叶、白簕、高粱泡、牡荆、紫麻等；不同地区林下草本类型不尽相同，一般有黄花蒿、荩草、芒、白茅、狗尾草、蜈蚣凤尾蕨、顶芽狗脊、假楼梯草、糯米团及酢浆草等。

——喜树林(Form. *Camptotheca acuminata*)

喜树产江苏南部、浙江、福建、江西、湖北、湖南、四川、贵州、广东、广西、云南等省区，在四川西部成都平原和江西东南部均较常见；常生于海拔 1000 米以下的林边或溪边，喜温暖湿润，不耐严寒和干燥，在年平均温度 13℃～17℃间、年降雨量 1000 毫米以上地区生长。

评价区内喜树主要分布在湖北宜昌、重庆石柱县大风堡自然保护区和

重庆合川区。喜树可以是群落中的优势物种，盖度达 70 以上，伴以少量的盐肤木、构树等乔木树种；也可以与其他物种比如构树、盐肤木、灯台树、腺柳等形成郁闭度高的杂树林。喜树林的结构比较容易区分，可区分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次，灌木层通常为中国旌节花、川莓、高粱泡、火棘、宜昌悬钩子等，草本层通常为芒、荩草、鸭跖草、小鱼仙草、黄花蒿、千里光等类型。

——亮叶桦林(Form. *Betula luminifera*)

分布于中国云南、贵州、四川、陕西、甘肃、湖北、江西、浙江、广东、广西。生于海拔 500-2500 米之阳坡杂木林内。桦木适应性强，耐干旱瘠薄，是山区造林的先锋树种。

评价区内亮叶桦林分布于湖北利川钟灵山和重庆石柱县。利川群落亮叶桦为单优优势物种，盖度大，林中偶见水红木。灌木层以兴山柳为主，伴以马桑和悬钩子属植物，偶见美丽胡枝子和小舌紫菀。草本层以芒为主，偶见蕨和三脉紫菀。石柱县分布的亮叶桦与马尾松、大叶杨一起共同形成混交林；灌木层主要为半边月，偶见喜阴悬钩子；草本层主要为芒和金星蕨，覆盖度高，偶见矮桃和獐牙菜。

——樟树林(Form. *Cinnamomum camphora*)

樟树主要分布于中国长江流域以南区域，以江西、浙江、台湾、广东、湖南 、福建等南方地区最多；垂直分布多在海拔 500-600m 以下，是我国亚热带常绿阔叶林的重要树种；樟树喜光，幼苗幼树耐荫，喜温暖湿润气候，耐寒性不强，能吸收多种有毒气体，较抗风，树枝坚韧。

评价区樟树林在湖北、重庆和四川三地均有分布，均为人工栽培，林中时常伴有少数其他乔木树种，比如毛泡桐、栾树、瓜木、构树等，樟树林的结构比较容易区分，可区分出乔木层、灌木层和草本层 3 个层次，有时与构树、八角枫、枫杨形成混交林；林下植被较多，灌木常有白背叶、插田泡、鸡矢藤、牡荆等，还有黄花蒿、茜草、光头稗、火炭母、荩草、芒等常见草本。

——栾树林(Form. *Koelreuteria paniculata*)

栾树多分布在海拔 1500 米以下低山及平原，最高可达海拔 2600 米，在中国只分布在黄河流域和长江流域下游。栾树是喜光，稍耐半荫的植物，

耐寒，不耐水淹，耐干旱和瘠薄，对环境的适应性强。

评价区内主要在湖北省荆州市和宜都市、重庆市忠县和长寿区范围内有分布，多为人工种植林，多与毛泡桐、构树、桑、樟树、日本女贞、棕榈等形成杂木林。结构比较易划分，能区分出乔木层、灌木层和草本层3个层次。乔木层郁闭度不高，因此林下灌木种类比较丰富，主要有冻绿、假奓包叶、乌泡子、河北木蓝、盐肤木、算盘子、喜阴悬钩子、宜昌悬钩子、插田泡等；栾树林下草本植物亦较稀少，常见种类有沿阶草、苍耳、狗尾草、荩草、芒、龙芽草、鸭跖草、野菊、酢浆草等。

——杨树林(Form. *Populus simonii* var. *przewalskii*)

杨树是散生在北半球温带和寒温带的森林树种，世界其他地区一般分布于北纬30°～72°的范围，在我国分布于北纬25°～53°，东80°～134°之间，生长范围从低海拔到4800m。

评价区内杨树林主要分布在湖北省荆州市和宜昌市，群落一般高度为8m～12m，盖度大于50%，主要是人工林和次生林，杨树林组成乔木层通常为单优建群种，林下一般无灌木层，但草本覆盖度较高。湿地保护区内的次生杨树林下草本层种类比较丰富，主要种类有牛筋草、小蓬草、苍耳、石荠苎、金盏银盘、碎米莎草、地桃花等，偶见龙葵、野菊、蛇含委陵菜和狗尾草等。但护堤杨树林下的草本层种类比较简单，通常为白茅和芒。

——栗林(Form. *Castanea mollissima*)

板栗原产我国，是我国食用最早的著名坚果之一，年产量居世界首位。我国板栗品质优良，营养丰富为世界群栗之冠，炒食后其肉质细密，香甜适口，十分受欢迎；我国板栗产区，北起辽宁、吉林，南至广东、广西均有分布，主要产区有河北、山东、河南、江苏、安徽、湖北、浙江、广西、贵州等省区，于平地至海拔2800米山地，均见栽培。

评价区内栗林分布于巴东末站附近，为人工林，林下灌木层简单，主要为盐肤木的幼苗，但草本层植物类型种类丰富，地表覆盖度很高，常见的有芒、商陆、败酱、黄花蒿、荩草、鸡眼草等。

——香椿林(Form. *Toona sinensis*)

香椿原产中国中部和南部，其中尤以山东，河南，河北栽植最多，垂直分布在海拔1500m以下的山地和广大平原地区，最高达海拔1800m；香

椿喜温，适宜在平均气温 8～10℃的地区栽培，香椿喜光，较耐湿，适宜生长于河边、宅院周围肥沃湿润的土壤中。

评价区内香椿林分布在重庆市沱南区，香椿为优势树种，盖度达 70%，林内伴有盐肤木、瓜木、枫杨等其他树种，一般无灌木层，草本层植物种类稀少，主要有芒、木贼和蜈蚣凤尾蕨。

——南酸枣林(Form. *Choerospondias axillaris*)

南酸枣生于海拔 300-2000 米的山坡、丘陵或沟谷林中,垂直分布多在海拔 1000 米以下，上限 1600 米。性喜阳光，略耐阴,喜温暖湿润气候，不耐寒;浅根性，萌芽力强，生长迅速，树龄可达 300 年以上。

评价区内主要分布在湖北省长阳县清江国家自然保护区和重庆市潼南生态红线。评价区内的南酸枣林通常为杂木林，与日本女贞、棕榈、梾木、构树形成落叶阔叶林或常绿与落叶阔叶混交林。群落中乔木层、灌木层和草本层 3 个层次明显，林下灌木层种类丰富。长阳群落灌木层主要为异叶梁王茶、香叶树、紫弹树、水麻、瓜木、球核荚蒾，林下草本层以顶芽狗脊为主、伴以芒、万寿竹、毛葶玉凤花、细穗腹水草等。重庆群落灌木层主要为悬钩子属植物和马桑，偶见白簕和牡荆，林下草本层主要为狗尾草、荩草和金星蕨。

——八角枫林（Form *Alangium chinense*）

八角枫林为落叶小乔木或灌木，高 4—5m。主要分布于中国南部广大地区，生于山野、灌丛和杂林中，村边路旁也常见。在评价区内八角枫林主要分布于重庆市忠县甘井沟市级风景名胜区，八角枫为优势物种，与枫杨、樟树、盐肤木和乌桕形成郁闭的混交林。林下灌木层和草本层简单，灌木层主要为牡荆、白背叶和紫麻，草本层为芒、蜈蚣凤尾蕨和败酱。

——水竹林（Form. *Phyllostachys heteroclada*）

水竹在中国南北各省均见栽培，广泛分布于长江流域以南，野生的遍生鄂东山区各地。水竹广泛分布于森林、草原地区的大湖、河流边缘的沼泽中，沿江各县农家多栽于宅旁。评价区水竹林位于湖北省宜都市，属于人工林，位于村落附近。水竹常成丛生长，周边还间杂伴生有牡荆等灌木类型，中间层攀援植物类型丰富有葎草、铁线莲、络石、乌蔹莓、大白部、两型豆等，草本层以木贼为主，偶见饭包草、龙葵、金盏银盘等。

——慈竹林（Form. Bambusa emeiensis）

慈竹为丛生类禾本科植物，主干高 5-10 米，广泛分布于中国南部地区：陕西、湖北、湖南、广西、四川、贵州、云南等地，在川西平原慈竹群落非常常见。评价区内慈竹群落主要分布在重庆长寿区和四川安岳县。长寿区慈竹群落位于见于拟建的明月山 2 号隧道口 2 附近山坡，慈竹数量多，盖度达 60%，林中散生枫杨、灯台树、君迁子和柏木。林下植被简单，以葛为主。安岳的慈竹群落则分布在村落周边，群落内伴以构树、乌桕、香椿、瓜木等乡土树种，无灌木层，草本层以天胡荽为主，伴以金星蕨、喜旱莲子草、牛膝和牛筋草等常见植物。

——牡荆灌丛(Form. *Vitex negundo* var. *cannabifolia*)

牡荆广泛分布于中国华东各省及河北、湖南、湖北、广东、广西、四川、贵州、云南，生长在山坡路边灌丛中，喜光，耐寒、耐旱、耐瘠薄土壤，适应性强，多生于低山山坡灌木丛中、山脚、路旁及村舍附近向阳干燥的地方。

评价区内主要分布在湖北宜昌、重庆长寿区。群落中牡荆盖度在 20-50%，与其他藤本植物比如火棘、蛇葡萄、少脉雀梅藤、毛萼莓、喜阴悬钩子、野蔷薇等共同形成灌木层。草本层丰富，不同群落中变化叶较大，主要类型有木贼、莔草、黄花蒿、小蓬草、光头稗、喜旱莲子草、水蓼、鸭跖草、海金沙、蝴蝶花、糯米团等。

——白簕灌丛(Form. *Eleutherococcus trifoliatus*)

白簕广布于中国中部和南部，在长江中下游北界大致为北纬 31°，南至海南的广大地区内均有分布，生于村落，山坡路旁、林缘和灌丛中，垂直分布自海平面以上至 3200 米。

评价区内白簕主要分布在重庆地区，群落中白簕为优势物种，灌丛内零星生长构树、灯台树等幼树，草本层以金星蕨为主，伴以棕叶狗尾草、白茅、牵牛、打破碗花花、缫丝花等。

——悬钩子灌丛(Form. *Rubus spp.*)

悬钩子灌丛广泛分布湖北和重庆山区，灌丛优势物种主要是喜阴悬钩子、高粱泡、川莓、插田泡等悬钩子属的物种。

高粱泡灌丛在评价区内主要分布在湖北省巴东县、重庆石柱县，灌丛

内常有兴山柳、马桑、马桑绣球、木姜子、美丽胡枝子、野蔷薇等共同组成灌木层，草本层植物主要为黄花蒿、芒、假楼梯草等。

插田泡生长于海拔 100～1700m 的山坡灌丛或山谷、河边、路旁，评价区内插田泡灌丛主要分布在湖北利川和重庆忠县两地，灌丛中常有紫麻、喜阴悬钩子、软条七蔷薇共同组成灌木层，主要草本植物有金盏银盘、狗尾草、芒、风轮菜、路边青、小蓬草、败酱、金星蕨、蝴蝶花等。

川莓灌丛生山坡、路旁、林缘或灌丛中，长于海拔 500-3000 米，三省均有川莓分布。评价区内主要分布于湖北恩施和重庆石柱两地。灌丛内常有牡荆和葛等，主要草本植物有茜草、巴东过路黄、序叶苎麻、龙葵、千里光、一年蓬等。

喜阴悬钩子灌丛在评价区内分布于清江国家森林自然公园边，灌木层由喜阴悬钩子、美丽胡枝子、球核荚蒾等组成，草本层种类丰富，以千里光、芒、荩草、打破碗花花为主，此外还有三脉紫菀、败酱、蜈蚣凤尾蕨、狼尾草、四川轮环藤等草本植物。

——葛丛(Form. *Pueraria montana*)

葛产中国南北各地，除新疆、青海及西藏外，几乎分布全国，生于山地疏或密林中；葛对气候的要求不严，适应性较强，多分布于海拔 1700 米以下较温暖潮湿的坡地、沟谷、向阳矮小灌木丛中。

评价区内主要分布在湖北恩施市和重庆市长寿区，形成以葛为单优种的灌丛或者物种丰富的葛草丛，伴生草本植物常有赤小豆、天胡荽、风轮菜、木贼、序叶苎麻、黄花蒿、棕叶狗尾草。

——茶荚蒾灌草丛(Form. *Viburnum setigerum*)

茶荚蒾生长于海拔 800-1650 米的山谷溪涧旁疏林或山坡灌丛中，性喜温暖、湿润和有散射光照的气候环境。评价区内主要分布于湖北省利川市，盖度在 30%左右，半边月、细枝柃、滇白珠、川莓、金丝梅、忍冬等杂生其中，草本层繁盛，里白几乎完全覆盖，其他还有蕨、芒、糯米团、野茼蒿、凹叶景天等草本植物散生其中。

——竹叶花椒灌草丛(Form. *Zanthoxylum armatum*)

评价区内主要在重庆市长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地附近有分布。竹叶花椒盖度约 30%，群落内有桑、日本女贞伴生，主要草本植

物有牛膝、白苞蒿和何首乌，伴生其他草本植物如喜旱莲子草、豨莶、棕叶狗尾草等。

——美丽胡枝子灌草丛(Form. *Lespedeza thunbergii* subsp. *formosa*)

美丽胡枝子生长在海拔 2800 米以下山坡、路旁及林缘灌丛中，评价区内主要发现于湖北省巴东县，群落中美丽胡枝子与女贞、异叶榕、高粱泡共同构成灌木层，灌木层总盖度约 60%。层下草本层植物以黄花蒿、芒、白头婆、糯米团为主，盖度达 80%，此外零星分布有野菊、尼泊尔蓼、两型豆、薯蓣等。

——水麻灌丛（Form. *Debregeasia orientalis*）

水麻是我国南部与西部地区常用的一种野生纤维植物，常生于海拔 300-2800 米的溪谷河流两岸潮湿地区。在评价区见于湖北长阳清江国家森林公园，盖度较高达 65%。草本层生长旺盛，主要是序叶苎麻、荩草、乌毛蕨、老鹳草等，另外散生有三脉紫菀、鄂西凤仙花、冷水花等。

——白茅草丛(Form. *Imperata cylindrica*)

评价区内白茅比较广泛分布于湖北省，局部分布在重庆，经常形成以白茅为优势种类的单优群落，在农田、路边则通常有一年生的杂类草混生，沿线的田边地隙及河流岸边有分布。

群落高度为 60cm～120cm，群落总盖度为 50%～70%，主要植物种类有打破碗花花、丝叶薹草、野菊、异叶回芹、牵牛、木贼等。

——芒草丛(Form. *Miscanthus sinensis*)

评价区内芒广泛分布于三省，常形成以芒为优势种类的单优群落，在农田、路边则通常有一年生的杂类草混生，沿线的田边地隙及河流岸边有分布。

群落高度为 80cm～170cm，群落总盖度为 50%～95%，主要植物种类有鸭跖草、蕺菜、荩草、黄花蒿、水蓼、海金沙等。

——凤仙花草丛(Form. *Impatiens balsamina*)

评价区内蓝花凤仙花仅分布于大风堡自然保护区油草河景区枫木镇北。

群落高度为 60cm～130cm，群落总盖度为 95%，主要植物种类有假楼梯草、贯众、鸡腿堇菜、蝎子草、小舌紫菀、两型豆等。

——木贼草丛(Form. *Equisetum hyemale*)

评价区内木贼广泛分布于三省，常形成以木贼为优势种类的单优群落，在农田、路边则通常有一年生的杂类草混生，沿线的田边地隙及河流岸边有分布。

群落高度为20cm～80cm，群落总盖度为15%～95%，主要植物种类有金盏银盘、野艾蒿、两型豆、荩草、小蓬草、白苞蒿等。

——叶下珠草丛(Form. *Phyllanthus urinaria*)

评价区叶下珠主要分布于重庆市，常有一年生的杂类草混生。

群落高度为20cm～40cm，群落总盖度为50～70%，主要植物种类有火炭母、地桃花、狗尾草、荩草、糯米团等。

——蓖麻草丛(Form. *Ricinus communis*)

评价区蓖麻主要分布于湖北省宜昌长江边，常有一年生的杂类草混生。

群落高度为20cm～40cm，群落总盖度为50～70%，主要植物种类有藜、葎草、狗尾草、牛筋草、牵牛等。

——狗牙根草丛(Form. *Cynodon dactylon*)

评价区狗牙根在三省均有分布，常有一年生的杂类草混生。

群落高度为5cm～15cm，群落总盖度为50～90%，主要植物种类有苍耳、葎草、黄花蒿、酢浆草、鸡眼草等。

——接骨草草丛(Form. *Sambucus javanica*)

评价区接骨草在三省均有分布，常有一年生的杂类草混生。

群落高度为140cm～160cm，群落总盖度为50～80%，主要植物种类有黄花蒿、蜈蚣凤尾蕨、叶下珠等。

——湿地杂草群系

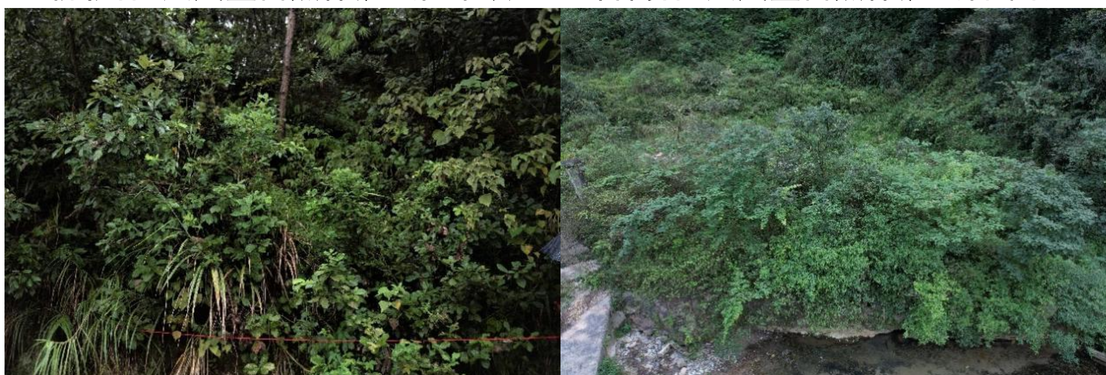
评价区杂草群系主要分布在环荆州古城国家湿地公园太湖港大桥附近。

群落高度为20cm～150cm，主要植物种类有喜旱莲子草、酸模叶蓼、藜、鸭跖草、长芒稗、狗尾草、光头稗等。


意杨、腺柳林（环荆州古城国家湿地公园）杨树林（宜昌中华鲟自然保护区长江北岸）


栾树林（白鹭自然保护小区） 栗林（巴东末站庙岭上）


柳杉林（大风堡自然保护区枫木镇） 喜树林（大风堡自然保护区石印村北）


槲栎林（重庆市忠县中峰村） 构树（清江国家森林自然公园）



牡荆灌丛（猇亭区善溪冲水库北）



悬钩子灌丛（清江国家森林自然公园边）



川莓灌丛（恩施宋家堎生态红线）



野蔷薇灌丛（恩施尖山包生态红线）



茶荚蒾灌丛（利川印家沟生态红线）



插田泡灌丛（甘井沟风景名胜区龙子漕）



竹叶花椒灌丛（长寿区文家冲水库）



葛丛（长寿区老龙洞葛兰水源地保护区）


狗牙根草丛(玛瑙河湿地公园边)


葎麻草丛(宜昌中华鲟自然保护区长江北岸)


白茅草丛(清江国家森林自然公园边)


酸模叶蓼草丛(恩施宋家塆生态红线)


凤仙花草丛(大风堡自然保护区石印村北)


芒草丛(大风堡自然保护区黄水镇)


木贼草丛(新 21 阀室附近)


叶下珠草丛(渝北区华福村生态红线)

图 6.1-7 工程评价区内部分样方群落照片

表 6.1-8 管道沿线植被野外调查情况汇总

省	市	区/县	植被组成	调查点
四川省	内江市	东兴区	白茅,柏木,插田泡,地果,枫杨,构树,瓜木,汉白杨,黄花蒿,黄檀,接骨草,金盏银盘,荩草,龙葵,牡荆,钮子瓜,牵牛,青麸杨,桑,铁仔,乌桕,蜈蚣凤尾蕨,喜旱莲子草,小蓬草,小叶菝葜,鸭跖草,叶下珠,竹叶花椒,酢浆草,	新建内江注入站、内江第三水厂
	内江市	威远县	慈竹,刺槐,楤木,地桃花,饭包草,狗尾草,构树,海金沙,黄花蒿,火炭母,接骨草,金星蕨,金盏银盘,荩草,马唐,毛泡桐,南瓜,水蓼,喜旱莲子草,小花金挖耳,小蓬草,小鱼仙草,鸭跖草,樟,紫茉莉,紫苏,	新建威远首站、柏林寺水库
	资阳市	安岳县	慈竹,构树,瓜木,金星蕨,牛筋草,牛膝,天胡荽,乌桕,喜旱莲子草,香椿,	四川省资阳市安岳县滑狮村
重庆市	重庆市	石柱县	矮桃,巴东过路黄,白车轴草,白茅,白头婆,败酱,半边月,半夏,萹蓄,波叶红果树,苍耳,插田泡,常春藤,车前,川鄂凤仙花,川莓,刺槐,大狼杷草,大叶杨,灯台树,灯心草,顶芽狗脊,盾叶薯蓣,风轮菜,高粱泡,葛,狗尾草,构树,贯众,寒莓,合欢,槲栎,黄花蒿,火棘,鸡腿堇菜,鸡肫梅花草,蕺菜,荚果蕨,荚蒾,假楼梯草,金丝梅,金星蕨,金盏银盘,荩草,卷柏,蕨,蓝花凤仙花,老鹳草,雷公鹅耳枥,两型豆,亮叶桦,柳杉,龙葵,龙芽草,路边青,马兰,马桑,马桑绣球,马尾松,芒,矛叶荩草,木姜子,木贼,尼泊尔蓼,牛膝,茜草,忍冬,如意草,三脉紫菀,山胡椒,石荠苎,水蓼,水芹,水竹,丝叶薹草,四照花,橐吾,乌蔹莓,豨莶,喜树,喜阴悬钩子,细枝柃,腺柳,香青,小果珍珠花,小连翘,小舌紫菀,蝎子草,蟹甲草,兴山柳,序叶苎麻,鸭儿芹,盐肤木,野草莓,野蔷薇,一年蓬,瓔椒树,油茶,粘冠草,獐牙菜,长柄山蚂蝗,中国旌节花,中华猕猴桃,紫苏,棕榈,	大风堡自然保护区、重庆黄水国家森林公园、新21阀室附近
	重庆市	忠县	八角枫,白背叶,柏木,败酱,苍耳,插田泡,楮,地果,枫杨,瓜木,海金沙,槲栎,蝴蝶花,黄花蒿,黄檀,檵木,接骨草,截叶铁扫帚,金星蕨,金盏银盘,荩草,卷柏,里白,龙芽草,路边青,栾树,马尾松,芒,牡荆,牛膝,攀倒甑,蛇葡萄,石荠苎,乌桕,乌蕨,乌蔹莓,蜈蚣凤尾蕨,喜阴悬钩子,细穗腹水草,小蓬草,序叶苎麻,鸭跖草,盐肤木,野草莓,叶头过路黄,叶下珠,宜昌悬钩子,樟,长波叶山蚂蝗,紫麻,	重庆市重庆市忠县金龟石、中峰村、甘井沟市级风景名胜区
	重庆市	长寿区	凹叶景天,白苞蒿,白茅,柏木,败酱,插田泡,楮,川桂,川山橙,垂盆草,慈竹,灯台树,枫杨,凤尾蕨,葛,狗尾草,构树,海金沙,海桐,何首乌,胡桃,蝴蝶花,黄花蒿,接骨草,金挖耳,金星蕨,荩草,爵床,君迁子,利川润楠,马桑绣球,毛莓莓,牡荆,木贼,牛膝,千里光,牵牛,茜草,	双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地、葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区、长寿区葛兰生态红线
	重庆市	长寿区	日本女贞,三脉紫菀,桑,少脉雀梅藤,蛇葡萄,水麻,丝叶薹草,乌蔹莓,豨莶,喜旱莲子草,喜阴悬钩子,小花金挖耳,小蓬草,序叶苎麻,宜昌悬钩子,樟,皱叶荚蒾,竹叶花椒,紫苏,棕榈,棕叶狗尾草,	
	重庆市	渝北区	白茅,柏木,苍耳,秤钩风,楮,慈竹,楤木,地果,地桃花,伏毛蓼,狗尾草,构树,瓜木,海金沙,黄花蒿,火炭母,鸡眼草,蕺菜,接骨草,金星蕨,金盏银盘,荩草,卷柏,苦枥木,栾树,芒,毛莓莓,毛泡桐,糯米团,枇杷,茜草,桑,蛇葡萄,碎米莎草,通泉草,乌桕,乌蕨,豨莶,小鱼仙草,序叶苎麻,鸭跖草,盐肤木,野茼蒿,叶下珠,一年蓬,宜昌悬钩子,樱桃,油桐,樟,长柄山蚂蝗,紫萼蝴蝶草,棕叶狗尾草,酢浆草,	生态红线（明月镇）、生态红线（渝北区黄印乡华福村）、新12阀室附近
	重庆市	北碚区	凹叶景天,巴东过路黄,柏木,大金刚藤,海金沙,蝴蝶花,黄花蒿,火棘,金荞麦,马桑,芒,毛莓莓,牡荆,木贼,千里光,茜草,软条七蔷薇,蛇葡萄,乌蔹莓,喜阴悬钩子,序叶苎麻,野	金刀峡自然保护区

			蔷薇,油桐,棕榈,棕叶狗尾草,	

续表 6.1-8 管道沿线植被野外调查情况汇总

省	市	区/县	植被组成	调查点
重庆市	重庆市	合川区	白茅,楮,川桂,地桃花,柑橘,葛,海金沙,黄花蒿,截叶铁扫帚,金挖耳,荩草,龙芽草,栾树,芒,木贼,牛膝,千里光,牵牛,豨莶,喜旱莲子草,喜树,小果菝葜,小鱼仙草,鸭跖草,叶下珠,宜昌悬钩子,长柄山蚂蝗,紫萼蝴蝶草,	合川生态红线、重庆市合川区九峰山森林公园
	重庆市	沱南区	风轮菜,枫杨,瓜木,金盏银盘,芒,毛茛,木贼,牵牛,蜈蚣凤尾蕨,香椿,小蓬草,盐肤木,钻叶紫菀,酢浆草,	重庆市重庆市沱南区沱湾
	重庆市	大足区	白簕,白茅,插田泡,打破碗花花,灯台树,地果,高粱泡,葛,狗尾草,构树,光皮梾木,黄花蒿,金星蕨,荩草,马桑,牡荆,南酸枣,牵牛,三脉紫菀,桑,缫丝花,水蛇麻,丝叶薹草,乌桕,蜈蚣凤尾蕨,盐肤木,野草莓,油桐,樟,棕叶狗尾草,	潼南生态红线
湖北省	荆州市	荆州区	狗尾草,狗牙根,构树,光头稗,黄花蒿,金盏银盘,藜,绿叶地锦,忍冬,桑,酸模叶蓼,通奶草,喜旱莲子草,腺柳,小蓬草,鸭跖草,野菊,野蔷薇,野莴苣,意大利 214 杨,长芒稗,	环荆州古城国家湿地公园
	荆州市	沙市区	杠板归,构树,小蓬草,樟,	荆州长湖湿地自然保护区
	宜昌市	枝江市	苍耳,地桃花,枫杨,狗尾草,狗牙根,黄花蒿,鸡眼草,金盏银盘,龙葵,牛筋草,蛇含委陵菜,石荠苎,碎米莎草,小蓬草,杨树,野菊,酢浆草,	枝江玛瑙河省级湿地公园
	宜昌市	猇亭区	白苞蒿,白茅,蓖麻,边缘鳞盖蕨,赤小豆,楤木,盾叶薯蓣,饭包草,枫杨,杠板归,狗尾草,狗牙根,构树,光头稗,海金沙,黄檀,鸡矢藤,金星蕨,	猇亭区善溪冲水库、湖北省宜昌中华鲟省级自然保护区长江岸边
	宜昌市	猇亭区	金盏银盘,荩草,井栏边草,爵床,藜,两型豆,龙葵,葎草,芒,牡荆,木贼,牛筋草,牵牛,茜草,忍冬,山莓,商陆,蛇葡萄,石荠苎,水蓼,水竹,碎米莎草,通奶草,茼草,喜树,小蓬草,鸭跖草,盐肤木,杨树,野蔷薇,野莴苣,樟,棕榈,	
	宜昌市	宜都市	葱莲,大百部,冻绿,短毛铁线莲,饭包草,枫杨,狗尾草,构树,鸡矢藤,金盏银盘,两型豆,龙葵,栾树,络石,葎草,毛泡桐,牡荆,木贼,茜草,三脉紫菀,蛇葡萄,水蓼,水竹,菟丝子,乌蔹莓,萱草,沿阶草,盐肤木,野菊,野桐,宜昌胡颓子,银杏,芋,酢浆草,	四陵坡白鹭自然保护小区
	宜昌市	长阳县	白接骨,白茅,败酱,薄叶羊蹄甲,川续断,打破碗花花,地果,顶芽狗脊,冻绿,峨眉双蝴蝶,鄂西凤仙花,恩施栒子,蜂斗菜,杠板归,葛,构树,瓜木,合欢,红麸杨,湖北小檗,槲栎,蝴蝶花,桦叶荚蒾,黄花蒿,火棘,蓟,荩草,梾木,狼尾草,老鹳草,雷公鹅耳枥,冷水花,两型豆,亮叶桦,龙芽草,楼梯草,马尾松,芒,毛莛玉凤花,毛芋头薯蓣,美丽胡枝子,木果海桐,木贼,南酸枣,平枝栒子,千里光,前胡,茜草,球核荚蒾,日本女贞,如意草,三脉紫菀,沙参,薯蓣,水麻,丝叶薹草,四川轮环藤,四川淫羊藿,唐松草,铁仔,万寿竹,乌毛蕨,蜈蚣凤尾蕨,喜阴悬钩子,细穗腹水草,腺柳,香叶树,序叶苎麻,盐肤木,野菊,宜昌胡颓子,异叶花椒,异叶茴芹,异叶梁王茶,瘿椒树,獐牙菜,中国旌节花,紫弹树,紫麻,棕榈,	清江国家森林自然公园
	恩施州	利川市	凹叶景天,白头婆,半边月,薄叶新耳草,插田泡,茶荚蒾,车前,川莓,川续断,大吴风草,大血藤,灯心草,滇白珠,风轮菜,隔山消,狗尾草,红车轴草,黄花蒿,火棘,鸡眼草,蕺菜,金丝梅,金盏银盘,荩草,蕨,里白,两型豆,亮叶桦,路边青,马桑,芒,猫乳,美丽胡枝子,尼泊尔蓼,糯米团,忍冬,如意草,软条七蔷薇,三脉紫菀,山莓,水红木,酸模,喜阴悬钩子,细枝柃,小花柳叶菜,小蓬草,小舌紫菀,蟹甲草,兴山柳,野艾蒿,野茼蒿,紫萁,	利川生态红线

续表 6.1-8　管道沿线植被野外调查情况汇总

省	市	区/县	植被组成	调查点
湖北省	恩施州	巴东县	巴东吊灯花,巴东过路黄,白茅,白檀,白头婆,白芷,败酱,半边月,车前,齿萼凤仙花,赤瓟,楮,刺槐,打破碗花花,大百部,灯台树,顶芽狗脊,恩施栒子,风轮菜,凤丫蕨,高粱泡,葛,葛枣猕猴桃,狗尾草,构树,贯众,何首乌,黑穗画眉草,胡桃楸,湖北沙参,槲栎,蝴蝶戏珠花,桦叶荚蒾,黄花蒿,黄檀,火棘,鸡桑,鸡矢藤,鸡眼草,蕺菜,假楼梯草,接骨草,接骨木,截叶铁扫帚,金星蕨,荩草,蕨,梾木,老鹳草,雷公鹅耳枥,栗,两型豆,亮叶桦,柳杉,龙芽草,轮环藤,落新妇,落叶松,葎草,马桑,马桑绣球,芒,猫儿屎,毛芋头薯蓣,美丽胡枝子,木姜子,尼泊尔蓼,拟鼠麹草,牛膝,糯米团,女贞,平枝栒子,漆,柔毛山黑豆,三脉紫菀,杉木,商陆,蛇葡萄,深山堇菜,薯蓣,水蓼,丝叶薹草,四照花,田麻,喜阴悬钩子,下田菊,小连翘,小蓬草,蟹甲草,绣线菊,鸭儿芹,鸭跖草,盐肤木,野菊,野莴苣,异叶榕,长萼鸡眼草,中国旌节花,中华猕猴桃,猪毛蒿,苎麻,紫萁,棕榈,	巴东国家级森林公园、巴东县万福河饮用水水源地、长江中下游干流绿葱坡镇田家坪河流型水源地、湖北省恩施州巴东县花栗山
	恩施州	恩施市	巴东过路黄,白簕,常春藤,赤小豆,川莓,慈竹,打破碗花花,大红泡,灯台树,地果,顶芽狗脊,风轮菜,枫杨,凤丫蕨,高粱泡,葛,狗尾草,构树,瓜木,贯众,光叶槭,海金沙,何首乌,湖北老鹳草,黄花蒿,火棘,鸡腿堇菜,蕺菜,假楼梯草,金挖耳,金星蕨,金盏银盘,荩草,井栏边草,卷柏,蕨,藜,柳杉,龙葵,龙芽草,楼梯草,路边青,马桑,芒,牡荆,木贼,尼泊尔蓼,牛筋草,牛膝,牛膝菊,糯米团,女贞,千金藤,千里光,茜草,忍冬,三脉紫菀,山胡椒,杉木,蛇葡萄,石荠苎,水麻,丝叶薹草,酸模叶蓼,天胡荽,田麻,透茎冷水花,瓦韦,万寿竹,乌桕,乌蕨,蜈蚣凤尾蕨,香椿,小花金挖耳,小蓬草,序叶苎麻,荨麻,鸭儿芹,盐肤木,野菊,野蔷薇,野茼蒿,野雉尾金粉蕨,一年蓬,宜昌悬钩子,异叶茴芹,樱桃,油茶,芋,鸢尾,长波叶山蚂蝗,长叶蝴蝶草,长鬃蓼,苎麻,紫苏,棕叶狗尾草,酢浆草,	恩施生态红线

2)　管线沿途植物物种多样性分析

本次调查重点对天然植被进行了调查，对人工植被仅作样点记录。每个样点处均记录了所看到的物种数，详细结果参见表 6.1-8。

维管植物多样性名录在野外样方调查的基础上完成，在 92 个调查样方（包括二线评估样方和利旧管道样方，详见表 6.1-5）内共发现有 329 种高等维管植物，分属 103 科 244 属。其中蕨类植物 11 科 15 属 17 种，裸子植物 2 科 5 属 5 种，被子植物 90 科 224 属 307 种。最常见的是六个科分别是菊科（31 种）、蔷薇科（23 种）、豆科（17 种）、禾本科（16 种）、蓼科（11 种）、荨麻科（11 种）。植物学名采用 APGIV 系统，全部名称在植物智网站（http://www.iplant.cn/）进行了植物名称规范处理校对。详细物种名录见表 6.1-9。

从植物物种的种类来看，沿途各类植被类型的物种多为普通常见种，评价范围内仅发现三种国家Ⅱ级重点保护野生植物斑叶兰、金荞麦和中华猕猴桃。其中斑叶兰发现于63号样方，样方位于重庆市黄水国家森林公园北余家坪的利旧管道沿线。调查时样方内只有1株斑叶兰，9月份正处于花期。金荞麦发现93号样方，样方位于重庆市北碚区生态红线拟新建的中梁山1号隧道隧道口2附近灌丛中，调查时样方内分布有12株，9月份正在花期。中华猕猴桃发现于31号样方和55号样方；31号样方位于湖北省巴东县万福河饮用水水源地保护区内，属于槲栎、雷公鹅耳枥混交林，样方内发现12株中华猕猴挑；55号样方位于重庆市石柱县大风堡自然保护区，拟建油草河隧道口2附近的柳杉林中，样方内仅发现1株中华猕猴桃。具体位置信息见图6.1-8。

6.1.3.3　珍稀保护植物及古树名木

1)　珍稀保护野生植物调查

对管道沿线珍稀濒危、国家重点保护野生植物资源的调查，主要通过收集现有资料和重点区域现场调查的方式，并结合《中国物种红色名录》、《国家重点保护野生植物名录》（2021新版）、《湖北珍稀濒危植物》、《重庆植被》、《四川省珍稀濒危植物及其保护》以及中国中国珍稀濒危植物信息系统（http://www.iplant.cn/rep/）完成。现场调查结果如表6.1-9重要野生植物调查结统计所示。

(1)　四川段

参考《四川植被》、《四川省珍稀濒危植物及其保护》等相关文献资料，四川省珍稀濒危、国家重点保护野生植物主要分布于省内山地区域。

管道沿线所经区域由于长期受人类活动的影响，很多都已被农业植被、人工林、经济林及次生灌草丛所替代。管道沿线以常见种类和广布种为主，评价范围内未发现国家重点保护、珍稀濒危野生植物的个体或群落，也未发现四川省重点保护区野生植物。

(2)　重庆段

参考《重庆植被》、《重庆市珍稀濒危植物的现状与保护对策》、《重庆市植物区系特征及植被类型》等相关文献资料，重庆市珍稀濒危、

国家重点保护野生植物主要分布于省内各大山区、湿地等。评价范围内发现三种国家Ⅱ级重点保护野生植物斑叶兰、中华猕猴桃、金荞麦，但数量都不多，零星分布在调查样方中。

(3) 湖北段

参考《湖北珍稀濒危植物》、《湖北珍稀濒危野生保护植物物种多样性及地理公布》、《湖北省国家珍稀濒危保护植物就地保护的研究》等相关文献资料，湖北省地处长江中游，处于亚热带中北部，位于中国地势第二阶梯和第三阶梯的过渡地带湖北省珍稀濒危、重点保护植物主要分布于西部。

管道沿线以常见种类和广布种类为主，评价范围内发现一种国家Ⅱ级重点保护野生植物中华猕猴桃。

2) 古树名木调查

对管道沿线古树名木的调查，主要通过收集现有资料方式完成。

本工程沿线的古树名木主要分布在村落、林场或景区(人文古迹、森林公园、风景名胜区等)内，管道主要沿农田敷设，通过对管道沿线的现场调查、走访及收集资料，管道沿线两侧各500m的评价范围内未发现古树名木的分布。

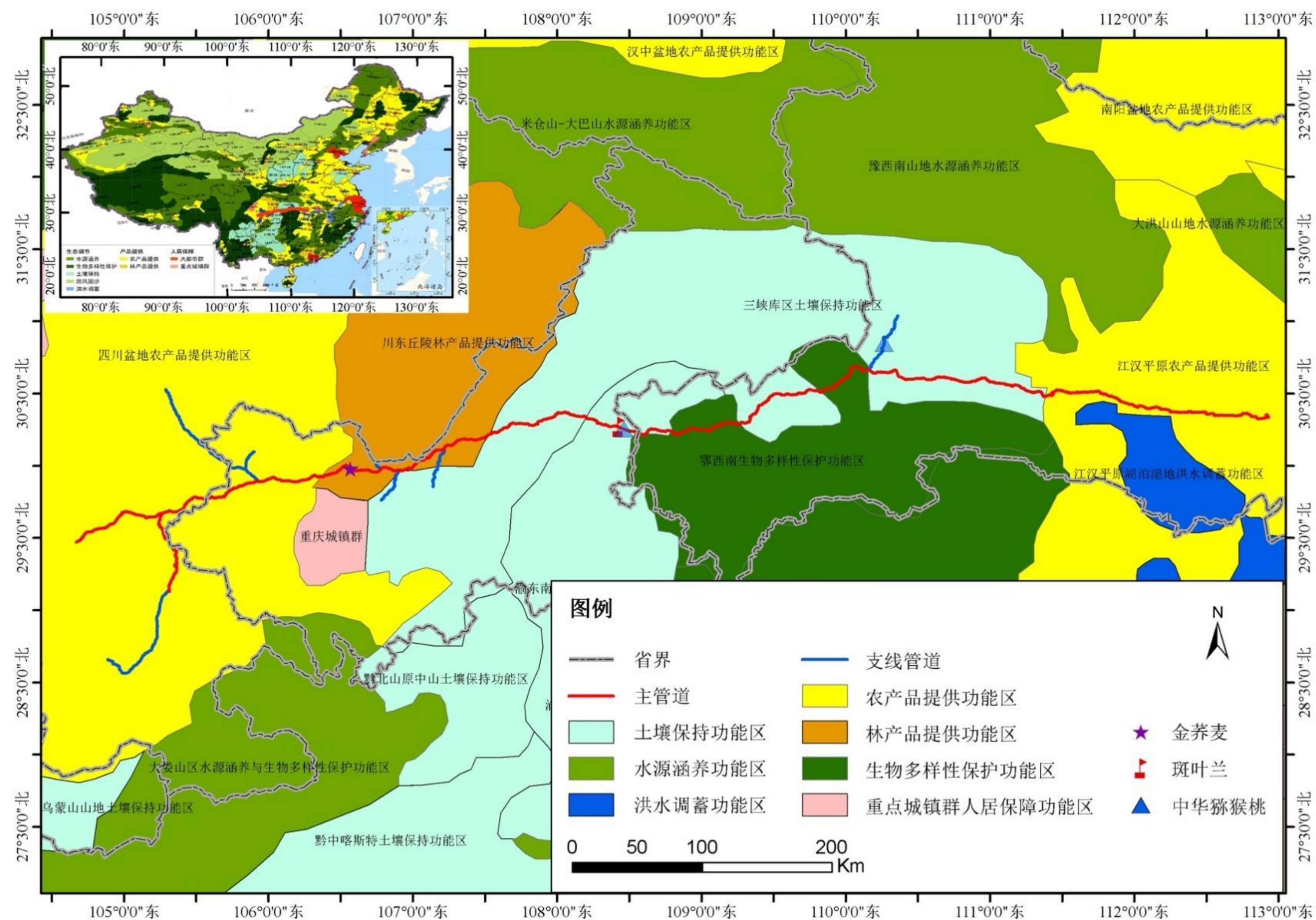


图 6.1-8　工程评价区国家级重点保护野生植物分布图

表6.1-9 重要野生植物调查结果统计表

序号	物种名称（中文名）	保护级别	濒危等级	特有种	极小种群野生植物	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	斑叶兰	国家Ⅱ级重点保护野生植物	近危	否	否	重庆市石柱县余家坪	环评现场调查	是（1 株）
2	金荞麦	国家Ⅱ级重点保护野生植物	\	否	否	重庆市北碚区天桥村	环评现场调查	是（12 株）
3	中华猕猴桃	国家Ⅱ级重点保护野生植物	\	是	否	湖北省恩施州巴东县赵家坡	环评现场调查	是（12 株）
4	中华猕猴桃	国家Ⅱ级重点保护野生植物	\	是	否	重庆市石柱县黄连厂	环评现场调查	是（1 株）

表 6.1-9 管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
1	蕨类植物	凤尾蕨科	凤了蕨属	凤丫蕨	*Coniogramme japonica*
2	蕨类植物	凤尾蕨科	凤尾蕨属	井栏边草	*Pteris multifida*
3	蕨类植物	凤尾蕨科	凤尾蕨属	蜈蚣凤尾蕨	*Pteris vittata*
4	蕨类植物	凤尾蕨科	凤尾蕨属	凤尾蕨	*Pteris spp.*
5	蕨类植物	凤尾蕨科	金粉蕨属	野雉尾金粉蕨	*Onychium japonicum*
6	蕨类植物	海金沙科	海金沙属	海金沙	*Lygodium japonicum*
7	蕨类植物	卷柏科	卷柏属	卷柏	*Selaginella tamariscina*
8	蕨类植物	鳞毛蕨科	贯众属	贯众	*Cyrtomium fortunei*
9	蕨类植物	鳞始蕨科	乌蕨属	乌蕨	*Odontosoria chinensis*
10	蕨类植物	球子蕨科	荚果蕨属	荚果蕨	*Matteuccia struthiopteris*
11	蕨类植物	水龙骨科	瓦韦属	瓦韦	*Lepisorus thunbergianus*
12	蕨类植物	碗蕨科	蕨属	蕨	*Pteridium aquilinum var. latiusculum*
13	蕨类植物	碗蕨科	鳞盖蕨属	边缘鳞盖蕨	*Microlepia marginata*
14	蕨类植物	乌毛蕨科	狗脊属	顶芽狗脊	*Woodwardia unigemmata*
15	蕨类植物	乌毛蕨科	乌毛蕨属	乌毛蕨	*Blechnum orientale*
16	蕨类植物	紫萁科	紫萁属	紫萁	*Osmunda japonica*
17	蕨类植物	里白科	里白属	里白	*Diplopterygium glaucum*
18	裸子植物	柏科	柏木属	柏木	*Cupressus funebris*
19	裸子植物	柏科	柳杉属	柳杉	*Cryptomeria japonica var. sinensis*
20	裸子植物	柏科	杉木属	杉木	*Cunninghamia lanceolata*
21	裸子植物	松科	落叶松属	落叶松	*Larix gmelinii*
22	裸子植物	松科	松属	马尾松	*Pinus massoniana*
23	双子叶植物	报春花科	铁仔属	铁仔	*Myrsine africana*
24	双子叶植物	报春花科	珍珠菜属	矮桃	*Lysimachia clethroides*
25	双子叶植物	报春花科	珍珠菜属	巴东过路黄	*Lysimachia patungensis*
26	双子叶植物	报春花科	珍珠菜属	叶头过路黄	*Lysimachia phyllocephala*
27	双子叶植物	车前科	草灵仙属	细穗腹水草	*Veronicastrum stenostachyum*
28	双子叶植物	车前科	车前属	车前	*Plantago asiatica*
29	双子叶植物	唇形科	风轮菜属	风轮菜	*Clinopodium chinense*
30	双子叶植物	唇形科	牡荆属	牡荆	*Vitex negundo var. cannabifolia*
31	双子叶植物	唇形科	石荠苎属	石荠苎	*Mosla scabra*
32	双子叶植物	唇形科	石荠苎属	小鱼仙草	*Mosla dianthera*
33	双子叶植物	唇形科	紫苏属	紫苏	*Perilla frutescens*
34	双子叶植物	大戟科	蓖麻属	蓖麻	*Ricinus communis*
35	双子叶植物	大戟科	大戟属	通奶草	*Euphorbia hypericifolia*
36	双子叶植物	大戟科	乌桕属	乌桕	*Triadica sebifera*
37	双子叶植物	大戟科	野桐属	白背叶	*Mallotus apelta*
38	双子叶植物	大戟科	野桐属	野桐	*Mallotus tenuifolius*
39	双子叶植物	大戟科	油桐属	油桐	*Vernicia fordii*
40	双子叶植物	大麻科	葎草属	葎草	*Humulus scandens*
41	双子叶植物	大麻科	朴属	紫弹树	*Celtis biondii*
42	双子叶植物	豆科	车轴草属	白车轴草	*Trifolium repens*
43	双子叶植物	豆科	车轴草属	红车轴草	*Trifolium pratense*
44	双子叶植物	豆科	刺槐属	刺槐	*Robinia pseudoacacia*
45	双子叶植物	豆科	葛属	葛	*Pueraria montana*

续表 6.1-9　管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
41	双子叶植物	大麻科	朴属	紫弹树	*Celtis biondii*
42	双子叶植物	豆科	车轴草属	白车轴草	*Trifolium repens*
43	双子叶植物	豆科	车轴草属	红车轴草	*Trifolium pratense*
44	双子叶植物	豆科	刺槐属	刺槐	*Robinia pseudoacacia*
45	双子叶植物	豆科	葛属	葛	*Pueraria montana*
46	双子叶植物	豆科	合欢属	合欢	*Albizia julibrissin*
47	双子叶植物	豆科	胡枝子属	截叶铁扫帚	*Lespedeza cuneata*
48	双子叶植物	豆科	胡枝子属	美丽胡枝子	*Lespedeza thunbergii subsp. formosa*
49	双子叶植物	豆科	黄檀属	大金刚藤	*Dalbergia dyeriana*
50	双子叶植物	豆科	黄檀属	黄檀	*Dalbergia hupeana*
51	双子叶植物	豆科	鸡眼草属	鸡眼草	*Kummerowia striata*
52	双子叶植物	豆科	鸡眼草属	长萼鸡眼草	*Kummerowia stipulacea*
53	双子叶植物	豆科	豇豆属	赤小豆	*Vigna umbellata*
54	双子叶植物	豆科	两型豆属	两型豆	*Amphicarpaea edgeworthii*
55	双子叶植物	豆科	山黑豆属	柔毛山黑豆	*Dumasia villosa*
56	双子叶植物	豆科	山蚂蝗属	长波叶山蚂蝗	*Desmodium sequax*
57	双子叶植物	豆科	羊蹄甲属	薄叶羊蹄甲	*Bauhinia glauca subsp. tenuiflora*
58	双子叶植物	豆科	长柄山蚂蝗属	长柄山蚂蝗	*Hylodesmum podocarpum*
59	双子叶植物	杜鹃花科	白珠属	滇白珠	*Gaultheria leucocarpa var. yunnanensis*
60	双子叶植物	杜鹃花科	珍珠花属	小果珍珠花	*Lyonia ovalifolia var. elliptica*
61	双子叶植物	防己科	秤钩风属	秤钩风	*Diploclisia affinis*
62	双子叶植物	防己科	轮环藤属	四川轮环藤	*Cyclea sutchuenensis*
63	双子叶植物	防己科	轮环藤属	轮环藤	*Cyclea racemosa*
64	双子叶植物	防己科	千金藤属	千金藤	*Stephania japonica*
65	双子叶植物	凤仙花科	凤仙花属	齿萼凤仙花	*Impatiens dicentra*
66	双子叶植物	凤仙花科	凤仙花属	蓝花凤仙花	*Impatiens cyanantha*
67	双子叶植物	凤仙花科	凤仙花属	川鄂凤仙花	*Impatiens fargesii*
68	双子叶植物	凤仙花科	凤仙花属	鄂西凤仙花	*Impatiens exiguiflora*
69	双子叶植物	海桐科	海桐属	海桐	*Pittosporum tobira*
70	双子叶植物	海桐科	海桐属	木果海桐	*Pittosporum xylocarpum*
71	双子叶植物	胡桃科	枫杨属	枫杨	*Pterocarya stenoptera*
72	双子叶植物	胡桃科	胡桃属	胡桃	*Juglans regia*
73	双子叶植物	胡桃科	胡桃属	胡桃楸	*Juglans mandshurica*
74	双子叶植物	胡颓子科	胡颓子属	宜昌胡颓子	*Elaeagnus henryi*
75	双子叶植物	葫芦科	赤瓟属	赤瓟	*Thladiantha dubia*
76	双子叶植物	葫芦科	马瓞儿属	钮子瓜	*Zehneria bodinieri*
77	双子叶植物	葫芦科	南瓜属	南瓜	*Cucurbita moschata*
78	双子叶植物	虎耳草科	落新妇属	落新妇	*Astilbe chinensis*
79	双子叶植物	桦木科	鹅耳枥属	雷公鹅耳枥	*Carpinus viminea*
80	双子叶植物	桦木科	桦木属	亮叶桦	*Betula luminifera*
81	双子叶植物	夹竹桃科	吊灯花属	巴东吊灯花	*Ceropegia driophila*
82	双子叶植物	夹竹桃科	鹅绒藤属	隔山消	*Cynanchum wilfordii*
83	双子叶植物	夹竹桃科	络石属	络石	*Trachelospermum jasminoides*

续表 6.1-9 管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
84	双子叶植物	夹竹桃科	山橙属	川山橙	*Melodinus hemsleyanus*
85	双子叶植物	金缕梅科	檵木属	檵木	*Loropetalum chinense*
86	双子叶植物	金丝桃科	金丝桃属	小连翘	*Hypericum erectum*
87	双子叶植物	金丝桃科	金丝桃属	金丝梅	*Hypericum patulum*
88	双子叶植物	金星蕨科	金星蕨属	金星蕨	*Parathelypteris glanduligera*
89	双子叶植物	堇菜科	堇菜属	鸡腿堇菜	*Viola acuminata*
90	双子叶植物	堇菜科	堇菜属	如意草	*Viola arcuata*
91	双子叶植物	堇菜科	堇菜属	深山堇菜	*Viola selkirkii*
92	双子叶植物	锦葵科	梵天花属	地桃花	*Urena lobata*
93	双子叶植物	锦葵科	田麻属	田麻	*Corchoropsis crenata*
94	双子叶植物	旌节花科	旌节花属	中国旌节花	*Stachyurus chinensis*
95	双子叶植物	景天科	景天属	凹叶景天	*Sedum emarginatum*
96	双子叶植物	景天科	景天属	垂盆草	*Sedum sarmentosum*
97	双子叶植物	桔梗科	沙参属	沙参	*Adenophora stricta*
98	双子叶植物	桔梗科	沙参属	湖北沙参	*Adenophora longipedicellata*
99	双子叶植物	菊科	苍耳属	苍耳	*Xanthium strumarium*
100	双子叶植物	菊科	大吴风草属	大吴风草	*Farfugium japonicum*
101	双子叶植物	菊科	飞蓬属	小蓬草	*Erigeron canadensis*
102	双子叶植物	菊科	飞蓬属	一年蓬	*Erigeron annuus*
103	双子叶植物	菊科	蜂斗菜属	蜂斗菜	*Petasites japonicus*
104	双子叶植物	菊科	鬼针草属	大狼杷草	*Bidens frondosa*
105	双子叶植物	菊科	鬼针草属	金盏银盘	*Bidens biternata*
106	双子叶植物	菊科	蒿属	白苞蒿	*Artemisia lactiflora*
107	双子叶植物	菊科	蒿属	黄花蒿	*Artemisia annua*
108	双子叶植物	菊科	蒿属	猪毛蒿	*Artemisia scoparia*
109	双子叶植物	菊科	蒿属	野艾蒿	*Artemisia lavandulifolia*
110	双子叶植物	菊科	蓟属	蓟	*Cirsium japonicum*
111	双子叶植物	菊科	菊属	野菊	*Chrysanthemum indicum*
112	双子叶植物	菊科	联毛紫菀属	钻叶紫菀	*Symphyotrichum subulatum*
113	双子叶植物	菊科	黏冠草属	粘冠草	*Myriactis wightii*
114	双子叶植物	菊科	牛膝菊属	牛膝菊	*Galinsoga parviflora*
115	双子叶植物	菊科	千里光属	千里光	*Senecio scandens*
116	双子叶植物	菊科	鼠曲草属	拟鼠麴草	*Pseudognaphalium affine*
117	双子叶植物	菊科	天名精属	金挖耳	*Carpesium divaricatum*
118	双子叶植物	菊科	天名精属	小花金挖耳	*Carpesium minus*
119	双子叶植物	菊科	橐吾属	橐吾	*Ligularia sibirica*
120	双子叶植物	菊科	莴苣属	野莴苣	*Lactuca serriola*
121	双子叶植物	菊科	豨莶属	豨莶	*Sigesbeckia orientalis*
122	双子叶植物	菊科	下田菊属	下田菊	*Adenostemma lavenia*
123	双子叶植物	菊科	香青属	香青	*Anaphalis sinica*
124	双子叶植物	菊科	蟹甲草属	蟹甲草	*Parasenecio forrestii*
125	双子叶植物	菊科	野茼蒿属	野茼蒿	*Crassocephalum crepidioides*
126	双子叶植物	菊科	紫菀属	三脉紫菀	*Aster trinervius subsp. ageratoides*
127	双子叶植物	菊科	紫菀属	小舌紫菀	*Aster albescens*
128	双子叶植物	菊科	紫菀属	马兰	*Aster indicus*

续表 6.1-9 管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
129	双子叶植物	菊科	泽兰属	白头婆	*Eupatorium japonicum*
130	双子叶植物	爵床科	爵床属	爵床	*Justicia procumbens*
131	双子叶植物	爵床科	十万错属	白接骨	*Asystasia neesiana*
132	双子叶植物	壳斗科	栎属	槲栎	*Quercus aliena*
133	双子叶植物	壳斗科	栗属	栗	*Castanea mollissima*
134	双子叶植物	蓝果树科	喜树属	喜树	*Camptotheca acuminata*
135	双子叶植物	楝科	香椿属	香椿	*Toona sinensis*
136	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	萹蓄	*Polygonum aviculare*
137	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	杠板归	*Polygonum perfoliatum*
138	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	火炭母	*Polygonum chinense*
139	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	尼泊尔蓼	*Polygonum nepalense*
140	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	水蓼	*Polygonum hydropiper*
141	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	酸模叶蓼	*Polygonum lapathifolium*
142	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	伏毛蓼	*Polygonum pubescens*
143	双子叶植物	蓼科	萹蓄属	长鬃蓼	*Polygonum longisetum*
144	双子叶植物	蓼科	何首乌属	何首乌	*Fallopia multiflora*
145	双子叶植物	蓼科	荞麦属	金荞麦	*Fagopyrum dibotrys*
146	双子叶植物	蓼科	酸模属	酸模	*Rumex acetosa*
147	双子叶植物	柳叶菜科	柳叶菜属	小花柳叶菜	*Epilobium parviflorum*
148	双子叶植物	龙胆科	双蝴蝶属	峨眉双蝴蝶	*Tripterospermum cordatum*
149	双子叶植物	龙胆科	獐牙菜属	獐牙菜	*Swertia bimaculata*
150	双子叶植物	马桑科	马桑属	马桑	*Coriaria nepalensis*
151	双子叶植物	牻牛儿苗科	老鹳草属	湖北老鹳草	*Geranium rosthornii*
152	双子叶植物	牻牛儿苗科	老鹳草属	老鹳草	*Geranium wilfordii*
153	双子叶植物	毛茛科	毛茛属	毛茛	*Ranunculus japonicus*
154	双子叶植物	毛茛科	唐松草属	唐松草	*Thalictrum aquilegiifolium var. sibiricum*
155	双子叶植物	毛茛科	铁线莲属	短毛铁线莲	*Clematis puberula*
156	双子叶植物	毛茛科	银莲花属	打破碗花花	*Anemone hupehensis*
157	双子叶植物	猕猴桃科	猕猴桃属	葛枣猕猴桃	*Actinidia polygama*
158	双子叶植物	猕猴桃科	猕猴桃属	中华猕猴桃	*Actinidia chinensis*
159	双子叶植物	母草科	蝴蝶草属	紫萼蝴蝶草	*Torenia violacea*
160	双子叶植物	母草科	蝴蝶草属	长叶蝴蝶草	*Torenia asiatica*
161	双子叶植物	木通科	大血藤属	大血藤	*Sargentodoxa cuneata*
162	双子叶植物	木通科	猫儿屎属	猫儿屎	*Decaisnea insignis*
163	双子叶植物	木樨科	梣属	苦枥木	*Fraxinus insularis*
164	双子叶植物	木樨科	女贞属	日本女贞	*Ligustrum japonicum*
165	双子叶植物	木樨科	女贞属	女贞	*Ligustrum lucidum*
166	双子叶植物	木贼科	木贼属	木贼	*Equisetum hyemale*
167	双子叶植物	泡桐科	泡桐属	毛泡桐	*Paulownia tomentosa*
168	双子叶植物	葡萄科	地锦属	绿叶地锦	*Parthenocissus laetevirens*
169	双子叶植物	葡萄科	蛇葡萄属	蛇葡萄	*Ampelopsis glandulosa*
170	双子叶植物	葡萄科	乌蔹莓属	乌蔹莓	*Cayratia japonica*
171	双子叶植物	漆树科	南酸枣属	南酸枣	*Choerospondias axillaris*
172	双子叶植物	漆树科	漆树属	漆	*Toxicodendron vernicifluum*

续表 6.1-9 管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
173	双子叶植物	漆树科	盐麸木属	盐肤木	*Rhus chinensis*
174	双子叶植物	漆树科	盐麸木属	红麸杨	*Rhus punjabensis var. sinica*
175	双子叶植物	漆树科	盐麸木属	青麸杨	*Rhus potaninii*
176	双子叶植物	茜草科	鸡矢藤属	鸡矢藤	*Paederia foetida*
177	双子叶植物	茜草科	茜草属	茜草	*Rubia cordifolia*
178	双子叶植物	茜草科	新耳草属	薄叶新耳草	*Neanotis hirsuta*
179	双子叶植物	蔷薇科	草莓属	野草莓	*Fragaria vesca*
180	双子叶植物	蔷薇科	红果树属	波叶红果树	*Stranvaesia davidiana var. undulata*
181	双子叶植物	蔷薇科	火棘属	火棘	*Pyracantha fortuneana*
182	双子叶植物	蔷薇科	龙牙草属	龙芽草	*Agrimonia pilosa*
183	双子叶植物	蔷薇科	路边青属	路边青	*Geum aleppicum*
184	双子叶植物	蔷薇科	枇杷属	枇杷	*Eriobotrya japonica*
185	双子叶植物	蔷薇科	蔷薇属	软条七蔷薇	*Rosa henryi*
186	双子叶植物	蔷薇科	蔷薇属	缫丝花	*Rosa roxburghii*
187	双子叶植物	蔷薇科	蔷薇属	野蔷薇	*Rosa multiflora*
188	双子叶植物	蔷薇科	委陵菜属	蛇含委陵菜	*Potentilla kleiniana*
189	双子叶植物	蔷薇科	绣线菊属	绣线菊	*Spiraea salicifolia*
190	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	插田泡	*Rubus coreanus*
191	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	川莓	*Rubus setchuenensis*
192	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	大红泡	*Rubus eustephanos*
193	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	高粱泡	*Rubus lambertianus*
194	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	寒莓	*Rubus buergeri*
195	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	毛萼莓	*Rubus chroosepalus*
196	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	山莓	*Rubus corchorifolius*
197	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	宜昌悬钩子	*Rubus ichangensis*
198	双子叶植物	蔷薇科	悬钩子属	喜阴悬钩子	*Rubus mesogaeus*
199	双子叶植物	蔷薇科	栒子属	恩施栒子	*Cotoneaster fangianus*
200	双子叶植物	蔷薇科	栒子属	平枝栒子	*Cotoneaster horizontalis*
201	双子叶植物	蔷薇科	樱属	樱桃	*Cerasus pseudocerasus*
202	双子叶植物	茄科	茄属	龙葵	*Solanum nigrum*
203	双子叶植物	忍冬科	败酱属	败酱	*Patrinia scabiosifolia*
204	双子叶植物	忍冬科	败酱属	攀倒甑	*Patrinia villosa*
205	双子叶植物	忍冬科	川续断属	川续断	*Dipsacus asper*
206	双子叶植物	忍冬科	锦带花属	半边月	*Weigela japonica var. sinica*
207	双子叶植物	忍冬科	忍冬属	忍冬	*Lonicera japonica*
208	双子叶植物	三白草科	蕺菜属	蕺菜	*Houttuynia cordata*
209	双子叶植物	伞形科	当归属	白芷	*Angelica dahurica*
210	双子叶植物	伞形科	茴芹属	异叶茴芹	*Pimpinella diversifolia*
211	双子叶植物	伞形科	前胡属	前胡	*Peucedanum praeruptorum*
212	双子叶植物	伞形科	水芹属	水芹	*Oenanthe javanica*
213	双子叶植物	伞形科	鸭儿芹属	鸭儿芹	*Cryptotaenia japonica*
214	双子叶植物	桑科	构属	楮	*Broussonetia kazinoki*
215	双子叶植物	桑科	构属	构树	*Broussonetia papyrifera*
216	双子叶植物	桑科	榕属	异叶榕	*Ficus heteromorpha*
217	双子叶植物	桑科	榕属	地果	*Ficus tikoua*

续表 6.1-9　管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
218	双子叶植物	桑科	桑属	鸡桑	*Morus australis*
219	双子叶植物	桑科	桑属	桑	*Morus alba*
220	双子叶植物	桑科	水蛇麻属	水蛇麻	*Fatoua villosa*
221	双子叶植物	山茶科	山茶属	油茶	*Camellia oleifera*
222	双子叶植物	山矾科	山矾属	白檀	*Symplocos paniculata*
223	双子叶植物	山茱萸科	八角枫属	八角枫	*Alangium chinense*
224	双子叶植物	山茱萸科	八角枫属	瓜木	*Alangium platanifolium*
225	双子叶植物	山茱萸科	山茱萸属	灯台树	*Cornus controversa*
226	双子叶植物	山茱萸科	山茱萸属	光皮梾木	*Cornus wilsoniana*
227	双子叶植物	山茱萸科	山茱萸属	梾木	*Cornus macrophylla*
228	双子叶植物	山茱萸科	山茱萸属	四照花	*Cornus kousa subsp. chinensis*
229	双子叶植物	商陆科	商陆属	商陆	*Phytolacca acinosa*
230	双子叶植物	柿科	柿属	君迁子	*Diospyros lotus*
231	双子叶植物	鼠李科	猫乳属	猫乳	*Rhamnella franguloides*
232	双子叶植物	鼠李科	雀梅藤属	少脉雀梅藤	*Sageretia paucicostata*
233	双子叶植物	鼠李科	鼠李属	冻绿	*Rhamnus utilis*
234	双子叶植物	通泉草科	通泉草属	通泉草	*Mazus pumilus*
235	双子叶植物	卫矛科	梅花草属	鸡肫梅花草	*Parnassia wightiana*
236	双子叶植物	无患子科	栾属	栾树	*Koelreuteria paniculata*
237	双子叶植物	无患子科	槭属	光叶槭	*Acer laevigatum*
238	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	茶荚蒾	*Viburnum setigerum*
239	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	蝴蝶戏珠花	*Viburnum plicatum f. tomentosum*
240	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	桦叶荚蒾	*Viburnum betulifolium*
241	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	荚蒾	*Viburnum dilatatum*
242	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	球核荚蒾	*Viburnum propinquum*
243	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	水红木	*Viburnum cylindricum*
244	双子叶植物	五福花科	荚蒾属	皱叶荚蒾	*Viburnum rhytidophyllum*
245	双子叶植物	五福花科	接骨木属	接骨草	*Sambucus javanica*
246	双子叶植物	五福花科	接骨木属	接骨木	*Sambucus williamsii*
247	双子叶植物	五加科	常春藤属	常春藤	*Hedera nepalensis var. sinensis*
248	双子叶植物	五加科	楤木属	楤木	*Aralia elata*
249	双子叶植物	五加科	梁王茶属	异叶梁王茶	*Metapanax davidii*
250	双子叶植物	五加科	天胡荽属	天胡荽	*Hydrocotyle sibthorpioides*
251	双子叶植物	五加科	五加属	白簕	*Eleutherococcus trifoliatus*
252	双子叶植物	五列木科	柃属	细枝柃	*Eurya loquaiana*
253	双子叶植物	苋科	藜属	藜	*Chenopodium album*
254	双子叶植物	苋科	莲子草属	喜旱莲子草	*Alternanthera philoxeroides*
255	双子叶植物	苋科	牛膝属	牛膝	*Achyranthes bidentata*
256	双子叶植物	小檗科	小檗属	湖北小檗	*Berberis gagnepainii*
257	双子叶植物	小檗科	淫羊藿属	四川淫羊藿	*Epimedium sutchuenense*
258	双子叶植物	绣球花科	绣球属	马桑绣球	*Hydrangea aspera*
259	双子叶植物	旋花科	虎掌藤属	牵牛	*Ipomoea nil*
260	双子叶植物	旋花科	菟丝子属	菟丝子	*Cuscuta chinensis*
261	双子叶植物	荨麻科	假楼梯草属	假楼梯草	*Lecanthus peduncularis*
262	双子叶植物	荨麻科	冷水花属	冷水花	*Pilea notata*

续表 6.1-9　管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
261	双子叶植物	荨麻科	假楼梯草属	假楼梯草	*Lecanthus peduncularis*
262	双子叶植物	荨麻科	冷水花属	冷水花	*Pilea notata*
263	双子叶植物	荨麻科	冷水花属	透茎冷水花	*Pilea pumila*
264	双子叶植物	荨麻科	楼梯草属	楼梯草	*Elatostema involucratum*
265	双子叶植物	荨麻科	糯米团属	糯米团	*Gonostegia hirta*
266	双子叶植物	荨麻科	水麻属	水麻	*Debregeasia orientalis*
267	双子叶植物	荨麻科	蝎子草属	蝎子草	*Girardinia diversifolia subsp. suborbiculata*
268	双子叶植物	荨麻科	荨麻属	荨麻	*Urtica fissa*
269	双子叶植物	荨麻科	苎麻属	序叶苎麻	*Boehmeria clidemioides var. diffusa*
270	双子叶植物	荨麻科	苎麻属	苎麻	*Boehmeria nivea*
271	双子叶植物	荨麻科	紫麻属	紫麻	*Oreocnide frutescens*
272	双子叶植物	杨柳科	柳属	兴山柳	*Salix mictotricha*
273	双子叶植物	杨柳科	柳属	腺柳	*Salix chaenomeloides*
274	双子叶植物	杨柳科	杨属	大叶杨	*Populus lasiocarpa*
275	双子叶植物	杨柳科	杨属	杨树	*Populus simonii var. przewalskii*
276	双子叶植物	杨柳科	杨属	意大利杨	*Populus × canadensis cv. I-214*
277	双子叶植物	杨柳科	杨属	汉白杨	*Populus ningshanica*
278	双子叶植物	野牡丹科	肉穗草属	槠头红	*Sarcopyramis napalensis*
279	双子叶植物	叶下珠科	叶下珠属	叶下珠	*Phyllanthus urinaria*
280	双子叶植物	瘿椒树科	瘿椒树属	瘿椒树	*Tapiscia sinensis*
281	双子叶植物	芸香科	柑橘属	柑橘	*Citrus reticulata*
282	双子叶植物	芸香科	花椒属	异叶花椒	*Zanthoxylum dimorphophyllum*
283	双子叶植物	芸香科	花椒属	竹叶花椒	*Zanthoxylum armatum*
284	双子叶植物	樟科	木姜子属	木姜子	*Litsea pungens*
285	双子叶植物	樟科	润楠属	利川润楠	*Machilus lichuanensis*
286	双子叶植物	樟科	山胡椒属	山胡椒	*Lindera glauca*
287	双子叶植物	樟科	山胡椒属	香叶树	*Lindera communis*
288	双子叶植物	樟科	樟属	川桂	*Cinnamomum wilsonii*
289	双子叶植物	樟科	樟属	樟	*Cinnamomum camphora*
290	双子叶植物	紫茉莉科	紫茉莉属	紫茉莉	*Mirabilis jalapa*
291	双子叶植物	酢浆草科	酢浆草属	酢浆草	*Oxalis corniculata*
292	单子叶植物	阿福花科	萱草属	萱草	*Hemerocallis fulva*
293	单子叶植物	菝葜科	菝葜属	小果菝葜	*Smilax davidiana*
294	单子叶植物	菝葜科	菝葜属	小叶菝葜	*Smilax microphylla*
295	单子叶植物	百部科	百部属	大百部	*Stemona tuberosa*
296	单子叶植物	灯心草科	灯心草属	灯心草	*Juncus effusus*
297	单子叶植物	禾本科	白茅属	白茅	*Imperata cylindrica*
298	单子叶植物	禾本科	稗属	光头稗	*Echinochloa colona*
299	单子叶植物	禾本科	稗属	长芒稗	*Echinochloa caudata*
300	单子叶植物	禾本科	刚竹属	水竹	*Phyllostachys heteroclada*
301	单子叶植物	禾本科	狗尾草属	狗尾草	*Setaria viridis*
302	单子叶植物	禾本科	狗尾草属	棕叶狗尾草	*Setaria palmifolia*
303	单子叶植物	禾本科	狗牙根属	狗牙根	*Cynodon dactylon*
304	单子叶植物	禾本科	画眉草属	黑穗画眉草	*Eragrostis nigra*

续表 6.1-9　管线评价区野生植物名录

序号	类型	科名	属名	种名	学名
305	单子叶植物	禾本科	荩草属	荩草	*Arthraxon hispidus*
306	单子叶植物	禾本科	荩草属	矛叶荩草	*Arthraxon lanceolatus*
307	单子叶植物	禾本科	狼尾草属	狼尾草	*Pennisetum alopecuroides*
308	单子叶植物	禾本科	簕竹属	慈竹	*Bambusa emeiensis*
309	单子叶植物	禾本科	马唐属	马唐	*Digitaria sanguinalis*
310	单子叶植物	禾本科	芒属	芒	*Miscanthus sinensis*
311	单子叶植物	禾本科	穇属	牛筋草	*Eleusine indica*
312	单子叶植物	禾本科	菵草属	菵草	*Beckmannia syzigachne*
313	单子叶植物	兰科	斑叶兰属	斑叶兰	*Goodyera schlechtendaliana*
314	单子叶植物	兰科	玉凤花属	毛莛玉凤花	*Habenaria ciliolaris*
315	单子叶植物	秋水仙科	万寿竹属	万寿竹	*Disporum cantoniense*
316	单子叶植物	莎草科	莎草属	碎米莎草	*Cyperus iria*
317	单子叶植物	莎草科	薹草属	丝叶薹草	*Carex capilliformis*
318	单子叶植物	石蒜科	葱莲属	葱莲	*Zephyranthes candida*
319	单子叶植物	薯蓣科	薯蓣属	盾叶薯蓣	*Dioscorea zingiberensis*
320	单子叶植物	薯蓣科	薯蓣属	薯蓣	*Dioscorea polystachya*
321	单子叶植物	薯蓣科	薯蓣属	毛芋头薯蓣	*Dioscorea kamoonensis*
322	单子叶植物	天门冬科	沿阶草属	沿阶草	*Ophiopogon bodinieri*
323	单子叶植物	天南星科	半夏属	半夏	*Pinellia ternata*
324	单子叶植物	天南星科	芋属	芋	*Colocasia esculenta*
325	单子叶植物	鸭跖草科	鸭跖草属	饭包草	*Commelina benghalensis*
326	单子叶植物	鸭跖草科	鸭跖草属	鸭跖草	*Commelina communis*
327	单子叶植物	鸢尾科	鸢尾属	蝴蝶花	*Iris japonica*
328	单子叶植物	鸢尾科	鸢尾属	鸢尾	*Iris tectorum*
329	单子叶植物	棕榈科	棕榈属	棕榈	*Trachycarpus fortunei*

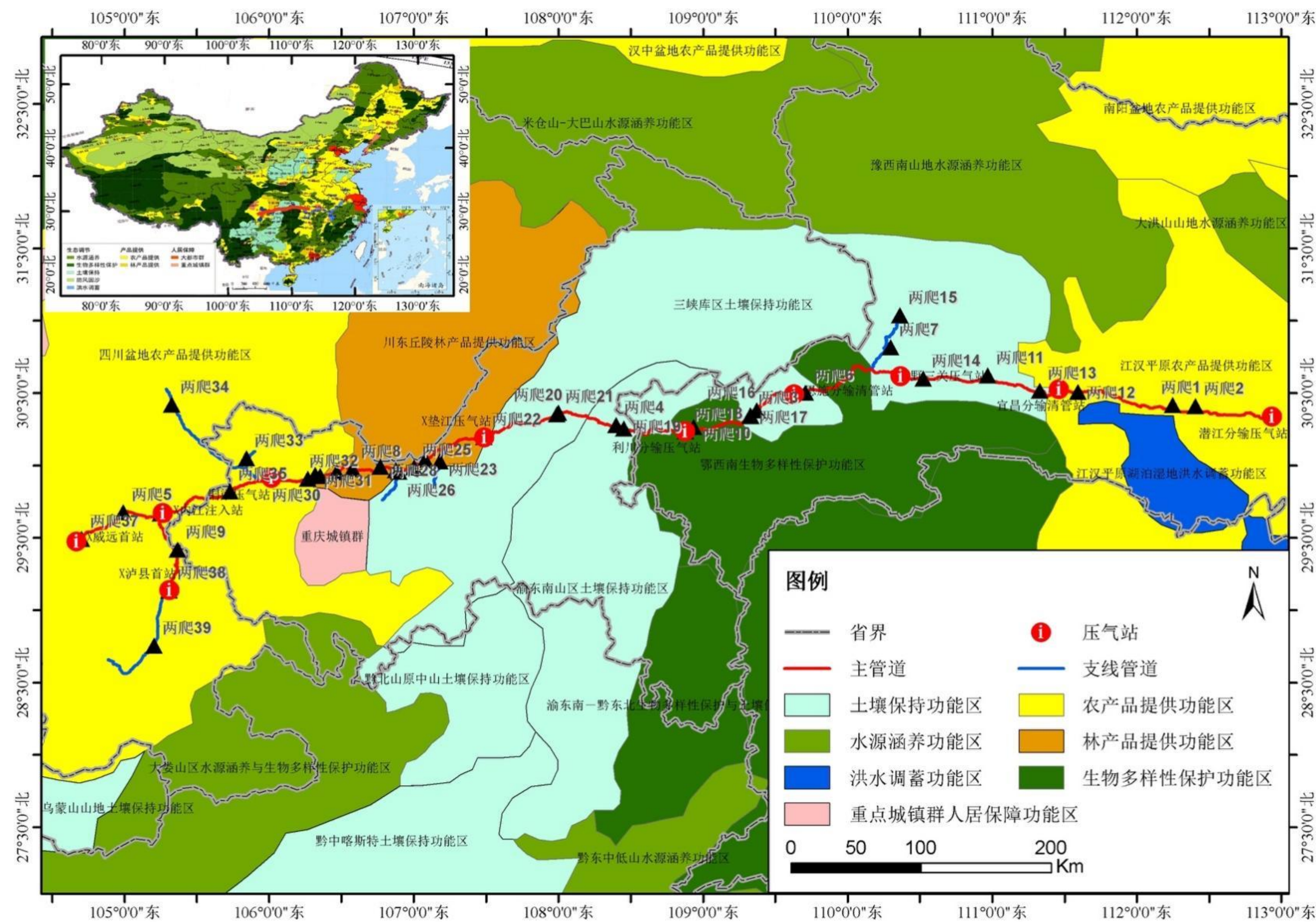


图 6.1-9（1）工程评价区两栖爬类调查样方位点图

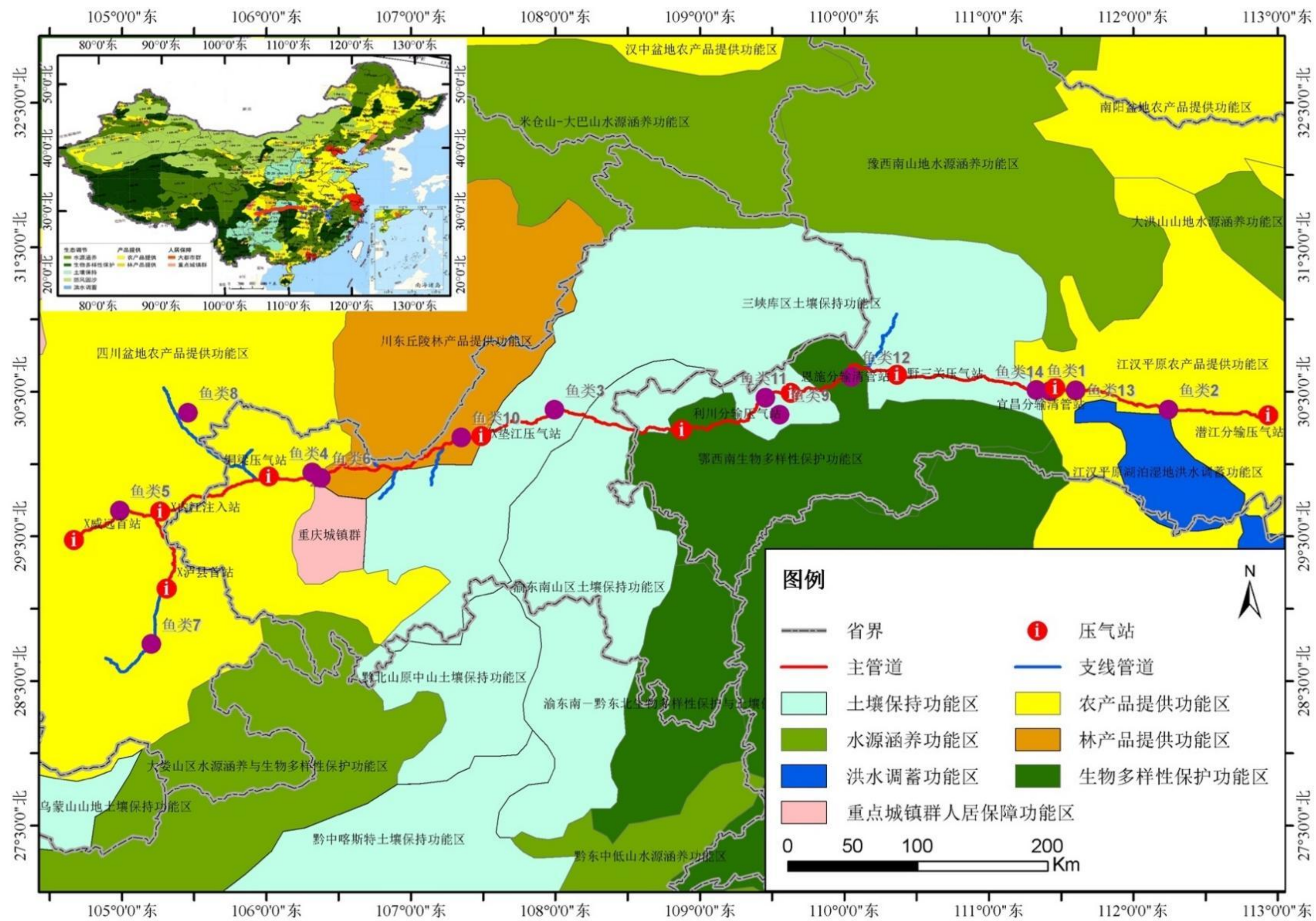


图 6.1-9（2）工程评价区鱼类调查样方位点图

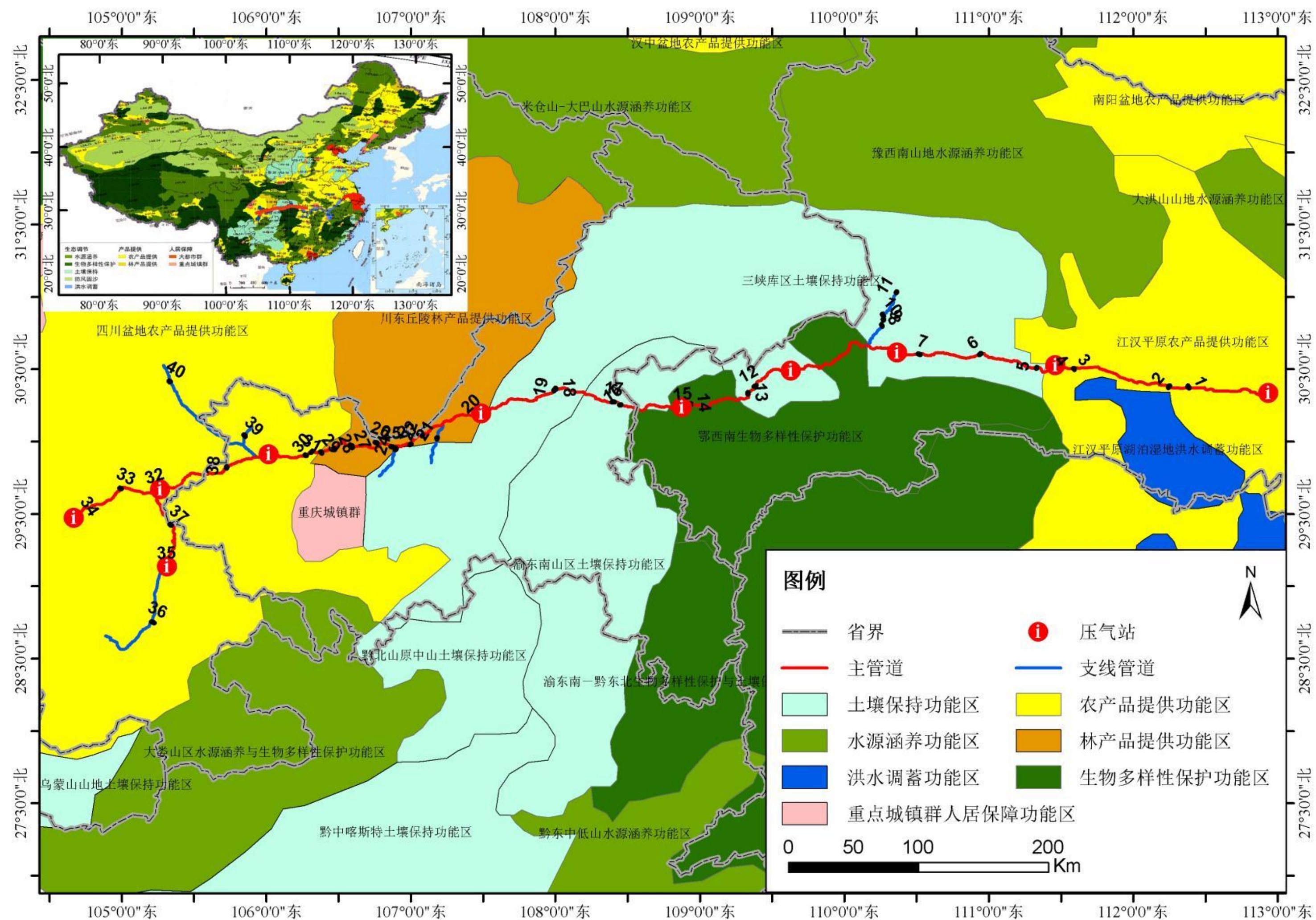


图 6.1-9（3）工程评价区鸟类调查样线位点图

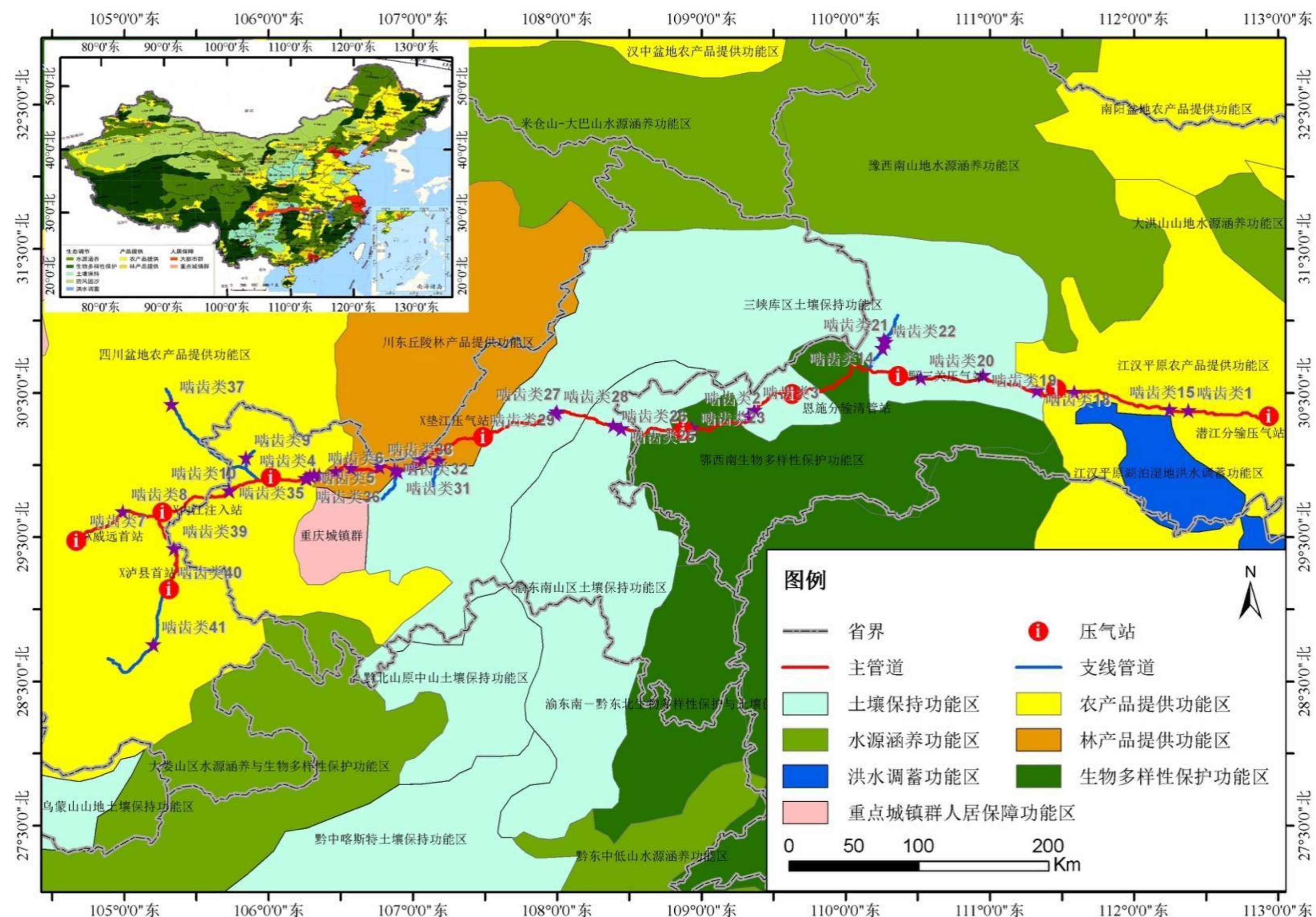


图 6.1-9（4）工程评价区啮齿类调查样方位点图

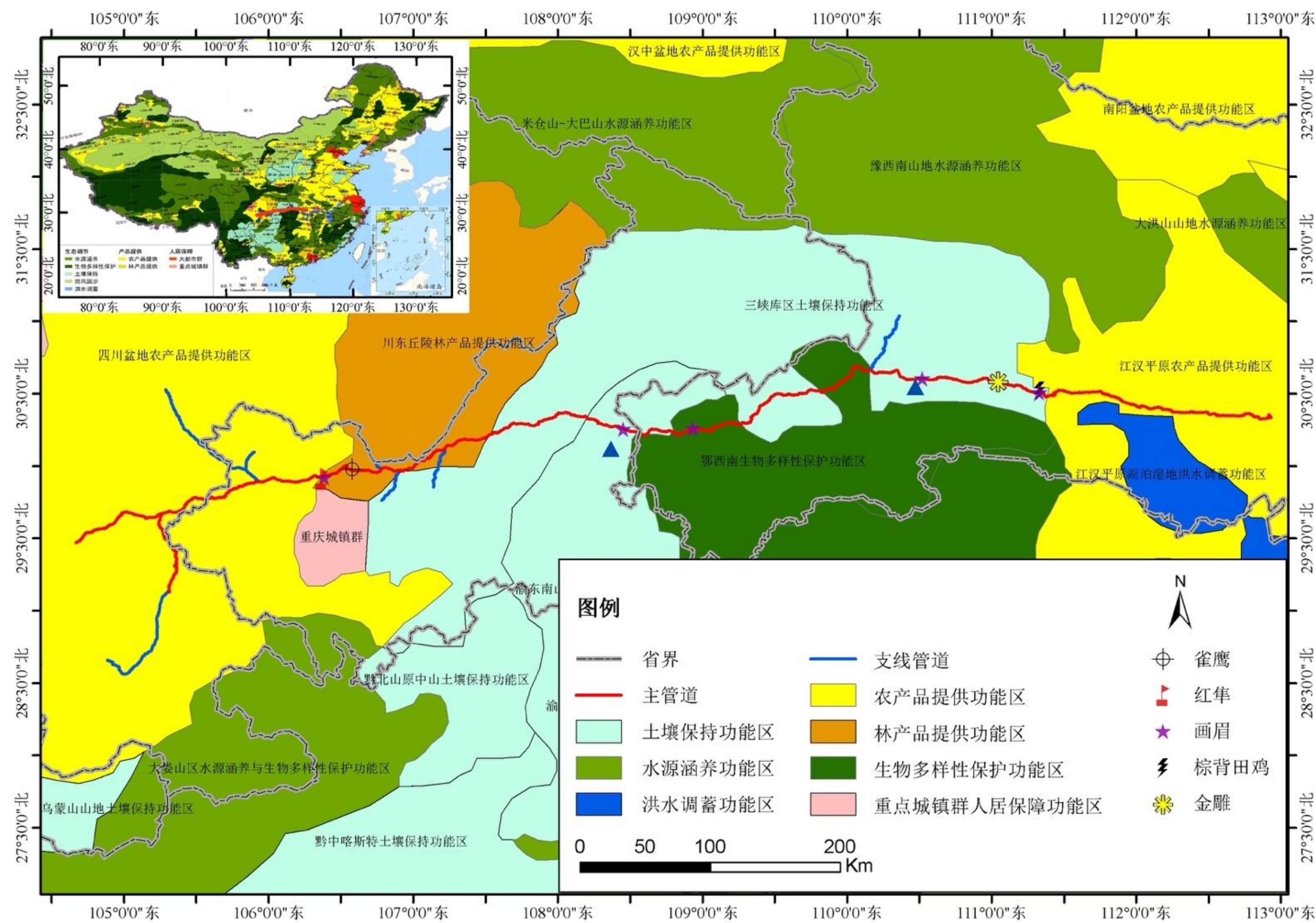


图 6.1-10 工程评价区国家级重点保护野生动物分布图

6.1.4 管道沿线动物现状调查与分析

野生动物现状调查采用现场调查、访问调查与搜集相关野生动物资料相结合的方法。动物样方和样线的布设原则与植物样方相似，以涵盖评价区内典型植被类型和敏感目标。具体样方、样线布置点位图见图 6.1-10。

6.1.4.1 管道沿线动物多样性分析

1）四川盆地农产品提供功能区

四川盆地是中国动物种类最多、最齐全的地区之一。据统计，除鱼类外，盆地底部共有动物 417 种，盆地西缘、北缘和南缘山地分别为 487 种、317 种与 288 种，其中经济动物均占一半以上。盆地西缘山地是中国特有而古老动物保存最好、最集中的地区，属于一类保护动物的有大熊猫、金丝猴、扭角羚、灰金丝猴、白唇鹿等。还有珍贵特有动物小熊猫、雪豹、鬣羚、短尾猴、猕猴、毛冠鹿、水獭及鸳鸯、血雉、红腹角雉、绿尾虹雉、白腹锦鸡、红腹锦鸡等。盆地西缘的平武、青川、北川、宝兴、天全、洪雅、马边等地，均为中国大熊猫的主要分布区。已设立唐家河、王朗、卧龙（见卧龙自然保护区）、蜂桶寨、喇叭河等 7 处大熊猫、金丝猴等自然保护区。酉阳、马边、平武等盆地边缘山地溪沟中的大鲵及长江、金沙江中的中华鲟、白鲟也为四川所特有，均属国家保护动物。

通过查阅资料并结合现场调查，管线多沿平原区农田敷设，评价区范围内农耕历史悠久，受人为经济活动的影响，区内野生动物资源以四川盆地的广布种类和常见种类为主。调查期间未发现大型兽类，现场调查到的动物种类包括 21 目、48 科、92 种。其中哺乳类有 7 目 11 科 18 种，主要有草兔、四川田鼠、小家鼠、刺猬、蝙蝠、黄鼬、野猪等；周边常见的鸟类种类较多，有 9 目 24 科 35 种，包括白鹭、喜鹊、斑鸠、椋鸟等；该地区环境适宜鸟类生存，调查期间发现国家Ⅱ级保护鸟类画眉；爬行类有 1 目 5 科 14 种，主要有蜥蜴和蛇等；两栖类有 1 目 4 科 6 种，包括中华大蟾蜍、泽陆蛙、峨眉林蛙、黑斑侧褶蛙等；管道沿线所经河流水域中水生脊椎动物均为常见种，有 3 目 4 科 19 种，主要有四大家鱼(青、草、鲢、鳙)及鲤鱼、鲫鱼、白条等，详见表 6.1-10。

2）川东丘陵林产品提供功能区

川东平行岭谷区是天然的动植物大观园，山上森林茂密，植物种类繁多，有多种野生动物栖息繁衍，有斑鸠、竹鸡、野鸡、杜鹃、啄木鸟、豪猪、狐狸、松鼠、山羊、野猪、野兔等，还有世界上稀有的被列为国家重点保护的珍贵动物獐子。

经查阅相关资料并结合现场调查，该区域内野生动物资源分布现状与四川盆地的基本相同，山地植被生长良好，野生动物资源较多，由于受人为影响，野生动物主要分布于受保护的、植被较好的山区等局部小范围内，其余地区则以常见种和广布种为主。调查期间发现的动物有 16 目 43 科 83 种，未发现大型兽类。常见鸟类有 6 目 22 科 36 种，主要有斑鸠、白鹭、黑卷尾、金腰燕、白颊噪鹛、八哥、丝光椋鸟、麻雀、白鹡鸰等，且发现了国家Ⅱ级保护动物画眉；在陆栖野生动物中，哺乳类有 5 目 8 科 11 种，主要由啮齿类、翼手类、食虫类和一些小型肉食兽类所组成；爬行类有 1 目 2 科 6 种，以蛇类和蜥蜴类为主；两栖类动物有 1 目 5 科 10 种，有蟾蜍臭蛙、林蛙等；评价区内的水生脊椎动物有 3 目 6 科 20 种，主要以各种常见淡水鱼类为主。调查期间常见野生动物详见表 6.1-9。

3）三峡库区土壤保持功能区

三峡工程是世界上最大的水利工程，1997 年实现长江截流，2010 年蓄水至设计运行水位 175m。三峡建设在给国家带来巨大利益的同时,也使重庆至宜昌江段形成一个长约 600km 的巨型水库,而库区倒灌导致水位升高,流速减缓,库区由原来单一的河流生境转变为兼有流水、缓流水和静水的多种栖息环境,使得库区鱼类资源受到不同程度的影响。受长期过度垦殖和三峡工程建设与生态移民的影响，森林植被破坏较严重，水源涵养能力较低，库区周边点源和面源污染严重；同时，水土流失量和入库泥沙量大，地质灾害频发，给库区人民生命财产安全造成威胁。

通过查阅资料并结合现场调查，评价区脊椎动物有 14 目 41 科 82 种，管线穿越区域受人为经济活动的影响，调查期间未发现大型兽类。调查期间发现哺乳动物有 4 目 7 科 10 种，主要有小家鼠、蝙蝠等；常见的鸟类有 5 目 23 科 45 种，主要有斑鸠、白鹭、乌鸦、家燕、白头鹎、鹡鸰等；发现了国家Ⅱ级保护动物画眉和红嘴相思鸟；常见的爬行有 1 目 2 科 4 种，

主要是蛇；两栖动物有 1 目 5 科 10 种，有蟾蜍、蛙等；常见鱼类有 3 目 4 科 13 种，包括四大家鱼（青、草、鲢、鳙）、鲤鱼、鲫鱼等。三峡库区土壤保持功能区常见野生动物详见表 6.1-9。

4）渝东南山区土壤保持功能区

通过查阅资料并结合现场调查，渝东南山区与三峡库区土壤保持功能区的野生动物种类基本相似。该区域地表形态以中、低山为主，兼有山原、丘陵，野生动物资源较多，受到人为活动的影响，主要是常见种和广布种。调查发现 13 目 34 科 62 种，未发现大型兽类。在陆栖野生动物中，哺乳类有 4 目 8 科 10 种，主要由啮齿类、翼手类、食虫类和一些小型肉食兽类所组成；鸟类有 4 目 12 科 16 种，多为喜鹊、家燕等常见种，且发现了国家Ⅱ级保护动物画眉；爬行类有 1 目 5 科 12 种，蛇类和蜥蜴类为主；两栖类有 1 目 5 科 11 种，有林蛙，臭蛙等；水生动物有 3 目 4 种 13 种，主要为各种常见淡水鱼类。渝东南山区土壤保持功能区常见野生动物详见表 6.1-9。

5）鄂西南生物多样性保护功能区

根据资料显示，湖北省的两栖动物资源丰富，种类较多，鄂西南两栖动物种类最多。这主要与湿地资源分布和气候等因素有关。鄂西南地区属云贵高原东延部分，山体雄伟、盆地开阔、溪谷深峻，森林植被类型多样、种类丰富，是省内森林植被最复杂的地区，具有适合不同种类两栖动物生活的小环境。同时，该地区属鄂西南山区气候，水热条件十分优越，适合众多两栖动物对水热条件的需求。在记录的69种两栖动物中，该地区分布有55种。此外，由于受第四纪冰川影响较小，还保存着许多原始两栖类，如利川齿蟾、红点齿蟾等。

通过查阅资料并结合现场调查，发现该区域的动物有9目23科60种，小型兽类有2目4科7种，有啮齿目松鼠和鼠、食肉目的黄鼬等；鸟类有3目6科19种，包括雨燕、喜鹊、河乌等；两栖类有1目7科12种，主要有蟾蜍、臭蛙等；爬行类动物有1目4科12种，有蜥蜴和蛇等；常见鱼类有2目2科10种，主要是四大家鱼（青、草、鲢、鳙）、鲤鱼等。调查期间未发现有大

型野生动物及珍稀濒危、国家重点保护野生动物。调查发现鄂西南生物多样性保护功能区常见野生动物详见表6.1-9。

6）江汉平原农产品提供功能区

据资料了解到，江汉平原的湖区是中国的著名水产区，不仅盛产青、草、鲢、鳙四大家鱼，鲤、鲫、桂、鳙、乌鳢等鱼类亦丰，同时，也盛产虾、蟹、贝类、莲、藕、菱、芦苇和水禽等。其中多种水产品为重要出口商品，水产品的生产加工给居民带来了经济效益。随水利建设与河湖的综合治理，水产由过去以天然捕捞为主，转而重视发展人工养殖。

通过查阅资料并结合现场调查，江汉平原为冲击平原，地势平坦，河网稠密，湖泊众多，水域面积广大，且该区域处于亚热带，适合农业发展，由于受到人为因素的影响，管道沿线多为农田植被，所以野生动物较少。两栖类有 1 目 3 科 6 种，包括中华大蟾蜍、黑斑侧褶蛙、臭蛙等；爬行类有 1 目 4 科 6 种，主要有翠青蛇、丽纹龙蜥、丽斑麻蜥等；鸟类有 7 目 20 科 38 种，主要有斑鸠、白鹭、喜鹊、家燕、白头鹎、河乌、八哥、椋鸟等，并且发现了国家Ⅱ级保护动物画眉；兽类有 2 目 4 科 7 种，包括多种家鼠、松鼠种类及蝙蝠等。该区域河网密集，管线所经河流水域中以青、草、鲢、鳙、鲤等常见鱼类为主。江汉平原农产品提供功能区的常见野生动物详见表 6.1-9。

6.1.4.2　珍稀保护动物

对管道沿线的珍稀濒危保护动物的调查，主要通过收集资料、现场调查、咨询专家等方法，并结合《中国物种红色名录》、《国家重点野生保护动物名录》、《四川省重点保护野生动物名录》、《重庆市人民政府关于公布重庆市重点保护水生野生动物名录的通知》、《省人民政府关于印发湖北省重点保护陆生野生动物名录》等资料完成。

由于管线评价范围内均为受人为影响较为频繁的植被类型，野生动物种类以农田村落型和湿地动物为主。详见表 6.1-10。

1）四川盆地农产品提供功能区

管线在四川盆地农产品提供功能区内，仅有较短距离穿越保护区，其余穿越地带主要为农田植被、人工林、灌草丛、经济林等受人为影响较为

频繁的植被类型。因此，野生动物种类以农田村落型动物为主，其余有部分湿地动物。调查期间发现有四川省级动物，普通鸬鹚主要分布在河川湖泊，白鹭主要分布在四川省内江市、泸县等河岸沼泽，鳡鱼主要分布在长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；国家Ⅱ级保护动物画眉主要分布在内江市等地的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现国家级保护动物普通鵟、短耳鸮、红隼、黑颈鸊鷉等。

2）川东丘陵林产品提供功能区

管线在川东丘陵林产品提供功能区内，部分区段穿越了森林公园和自然保护区，但大部分区段距离保护区等较远，评价范围内均为农田植被、灌草丛、经济林木、常绿阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林等受人为影响较为频繁的植被类型，因此野生动物种类以农田村落型动物为主。调查期间发现重庆市级保护动物，黄鼬主要分布在合川三江国家湿地公园的林缘灌丛，灰胸竹鸡主要分布在金刀峡和小三峡自然保护区的灌丛中，黄斑苇鳽主要分布在重庆市甘井沟的湖泊沼泽灌丛中；国家Ⅱ级动物画眉主要分布在金刀峡和小三峡自然保护区的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现国家级保护动物普通鵟、燕隼、游隼、红腹锦鸡、黑鹳、黑鸢等。

3）三峡库区土壤保持功能区

管线在三峡库区土壤保持功能区内，所经区域均距离森林公园、自然保护区等较远，评价范围内均为农田植被、落叶针叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、灌草丛等受人为影响较为频繁的植被类型，因此野生动物种类以农田村落型动物和湿地动物为主。咨询调查期间发现重庆市级保护动物，灰胸竹鸡、噪鹃、四声杜鹃主要分布在甘井沟风景名胜区的灌丛、林灌生境中，普通鸬鹚主要分布在重庆市合川区、铜梁区等地的合川湖泊中，大麻鳽、黄斑苇鳽主要分布在甘井沟等地的湖泊沼泽灌丛中，黑斑侧褶蛙和泽陆蛙主要分布在甘井沟风景名胜区等地的水田河岸；国家Ⅱ级保护动物红嘴相思鸟主要分布在合川区等地的山地疏林灌丛中，国家Ⅱ级保护动物画眉主要分布在甘井沟风景名胜区等地的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现

国家级保护动物黑颈鹇鹛、灰鹤、普通鵟、凤头鹰雕、短耳鸮、红隼、黑鸢等。

4）渝东南山区土壤保持功能区

管线在渝东南山区土壤保持功能区内，所经区域少部分穿越保护区，评价范围内均为农田植被、常绿阔叶林、针叶阔叶混交林、灌草丛等受人为影响较为频繁的植被类型，因此野生动物种类以农田村落型动物和湿地动物为主。咨询调查期间发现重庆市级保护动物，灰胸竹鸡、珠颈斑鸠、四声杜鹃主要分布在渝东南的大风堡自然保护区的灌丛、疏林农田、林灌生境中，黑斑侧褶蛙和泽陆蛙主要分布在大风堡自然保护区等地的水田河岸；国家Ⅱ级动物画眉主要分布在大风堡自然保护区等地的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现国家级保护动物鸳鸯、黑鸢、小麂等。

5）鄂西南生物多样性保护功能区

管线在鄂西南生物多样性保护功能区内，所经区域部分穿越森林公园、自然保护区，评价范围内均为农田植被、常绿阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、灌草丛等受人为影响较为频繁的植被类型，因此野生动物种类以农田村落型动物和湿地动物为主。咨询调查期间发现湖北省级保护动物，珠颈斑鸠、白鹭、棕背伯劳、黑卷尾等主要分布在清江国家森林等地的疏林农田、河岸沼泽等生境中；中华大蟾蜍、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙主要分布在清江国家森林公园等地的水田河岸等生境中；国家Ⅱ级动物画眉主要分布在清江国家森林公园的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现国家级保护动物鸳鸯、凤头鹰雕、红喉歌鸲、蓝喉歌鸲等。

6）江汉平原农产品提供功能区

管线在江汉平原农产品提供功能区内，小部分穿越森林公园、自然保护区等大部分距离保护区较远，评价范围内均为农田植被、常绿阔叶林、落叶阔叶与常绿阔叶混交林、灌草丛等受人为影响较为频繁的植被类型，因此野生动物种类以农田村落型动物和湿地动物为主。咨询调查期间发现湖北省级保护动物，珠颈斑鸠、白鹭、棕背伯劳、等主要分布在湿地公园

等地的疏林农田、河岸沼泽等生境中；中华大蟾蜍、泽陆蛙、黑斑侧褶蛙主要分布在荆州长湖湿地公园等地的水田河岸等生境中；国家Ⅱ级动物画眉主要分布在湿地公园的林灌生境中。由于调查区域有限及动物具有一定的活动迁移能力，该功能区还可能出现国家级保护动物红腹锦鸡、白鹤、黑鸢、凤头鹰雕、蓝喉歌鸲等。

表 6.1-10 管道沿线功能区野生动物名录

目	科	物种	拉丁名	生态功能区						资料来源
				1	2	3	4	5	6	
哺乳类 MAMMALIA										
食肉目	鼬科	黄鼬	*Mustela sibirica*	√	√	√	√	√	√	目击
偶蹄目	鹿科	小麂	*Muntiacus reevesi*		√	√				访问
	猪科	欧亚野猪	*Sus scrofa*	√	√	√	√		√	访问
啮齿目	鼠科	褐家鼠	*Rattus norvegicus*	√	√	√	√	√	√	目击
		小家鼠	*Mus musculus*	√	√	√	√	√	√	目击
		黄胸鼠	*Rattus flavipectus*	√	√			√		文献
		黄毛鼠	*Rattus losea*	√				√	√	文献
		针毛鼠	*Niviventer fulvescens*	√				√	√	文献
		灰腹鼠	*Niviventer eha*	√						文献
	仓鼠科	东方田鼠	*Microtus fortis*					√	√	访问
	松鼠科	复齿鼯鼠	*Trogopterus xanthipes*		√	√				文献
		红白鼯鼠	*Petaurista alborufus*			√	√			文献
		岩松鼠	*Sciurotamias davidianus*	√			√	√	√	文献
		隐纹花松鼠	*Tamiops swinhoei*					√	√	访问
	田鼠科	四川田鼠	*Microtus millicens*	√						文献
兔形目	兔科	草兔	*Lepus capensis*	√	√					访问
食虫目	鼩鼱科	四川短尾鼩	*Anourosorex squamipes*	√	√	√	√			文献
猬形目	猬科	刺猬	*Erinaceinae*	√						访问
翼手目	蹄蝠科	大马蹄蝠	*Hipposideros armiger*	√						文献
	菊头蝠科	角菊头蝠	*Rhinolophus cornutus*	√						文献
		皮氏菊头蝠	*Rhinolophus pearsonii*		√	√	√			文献
	蝙蝠科	长翼蝠	*Miniopterus schreibersi*	√						文献
		南蝠	*Ia io*	√						文献
		绒山蝠	*Nyctalus plancyi*	√						文献
		大足鼠耳蝠	*Myotis ricketti*		√	√	√			文献
		西南鼠耳蝠	*Myotis altarium*		√	√	√			文献
		水鼠耳蝠	*Myotis daubentonii*		√	√	√			文献
鸟纲 AVES										
鸡形目	雉科	红腹锦鸡	*Chrysolophus pictus*		√	√			√	访问
		灰胸竹鸡	*Bambusicola thoracica*	√	√	√	√			目击
		鹌鹑	*Coturnix japonica*	√						目击
雁形目	鸭科	赤麻鸭	*Tadorna ferruginea*	√	√					目击
䴙䴘目	䴙䴘科	小䴙䴘	*Tachybaptus ruficollis*		√	√			√	目击
鸽形目	鸠鸽科	珠颈斑鸠	*Streptopelia chinensis*	√	√		√		√	目击
		山斑鸠	*Streptopelia orientalis*		√	√	√	√		目击
夜鹰目	雨燕科	普通楼燕	*Apus apus*			√		√		目击
		白腰雨燕	*Apus pacificus*			√				文献
鹃形目	杜鹃科	噪鹃	*Eudynamys scolopaceus*		√	√				目击
		四声杜鹃	*Cuculus micropterus*		√	√	√			目击
		大杜鹃	*Cuculus canorus*		√		√		√	目击
鹤形目	秧鸡科	普通秧鸡	*Rallus indicus*						√	目击
		黑水鸡	*Gallinula chloropus*						√	目击
		红脚苦恶鸟	*Amaurornis akool*						√	目击
		棕背田鸡	*Zapornia bicolor*						√	文献

续表 6.1-10　管道沿线功能区野生动物名录

目	科	物种	拉丁名	生态功能区						资料来源
				1	2	3	4	5	6	
	鹬科	青脚鹬	*Tringa nebularia*	√						目击
		矶鹬	*Actitis hypoleucos*	√	√					目击
鲣鸟目	鸬鹚科	普通鸬鹚	*Phalacrocorax carbo*	√		√				目击
鹈形目	鹭科	大麻鳽	*Botaurus stellaris*						√	目击
		池鹭	*Ardeola bacchus*	√	√				√	目击
		苍鹭	*Ardea cinerea*		√	√			√	目击
		大白鹭	*Ardea alba*	√	√	√			√	目击
		中白鹭	*Ardea intermedia*	√						目击
		白鹭	*Egretta garzetta*		√	√				目击
		夜鹭	*Nycticorax nycticorax*	√					√	目击
鹈形目	鹭科	黄斑苇鳽	*Ixobrychus sinensis*		√					目击
鹰形目	鹰科	金雕	*Aquila chrysaetos*			√	√			文献
		黑鸢	*Milvus migrans*		√	√	√		√	文献
		普通鵟	*Buteo japonicus*		√	√				文献
犀鸟目	戴胜科	戴胜	*Upupa epops*	√						目击
佛法僧目	翠鸟科	普通翠鸟	*Alcedo atthis*	√	√	√			√	目击
啄木鸟目	啄木鸟科	星头啄木鸟	*Dendrocopos canicapillus*	√		√	√			目击
		蚁䴕	*Jynx torquilla*			√				目击
隼形目	隼科	红隼	*Falco tinnunculus*		√	√				文献
雀形目	山椒鸟科	小灰山椒鸟	*Pericrocotus cantonensis*	√					√	目击
		灰喉山椒鸟	*Pericrocotus solaris*			√	√			目击
	卷尾科	黑卷尾	*Dicrurus macrocercus*	√	√	√			√	目击
		灰卷尾	*Dicrurus leucophaeus*		√					目击
	伯劳科	棕背伯劳	*Lanius schach*	√	√	√	√		√	目击
	鸦科	红嘴蓝鹊	*Urocissa erythroryncha*	√	√	√	√		√	目击
		喜鹊	*Pica pica*	√		√			√	目击
		灰喜鹊	*Cyanopica cyanus*						√	目击
		寒鸦	*Corvus monedula*			√				目击
		松鸦	*Garrulus glandarius*				√			目击
		大嘴乌鸦	*Corvus macrorhynchos*			√	√			目击
	山雀科	黄腹山雀	*Pardaliparus venustulus*			√				目击
		绿背山雀	*Parus monticolus*			√	√			目击
		大山雀	*Parus cinereus*		√	√	√			目击
	攀雀科	中华攀雀	*Remiz consobrinus*			√				目击
	扇尾莺科	纯色山鹪莺	*Prinia inornata*		√					目击
	苇莺科	稻田苇莺	*Acrocephalus agricola*		√					目击
	燕科	金腰燕	*Cecropis daurica*	√	√	√				目击
		家燕	*Hirundo rustica*	√	√	√			√	目击
	鹎科	白头鹎	*Pycnonotus sinensis*	√	√	√		√	√	目击
		黄臀鹎	*Pycnonotus xanthorrhous*		√	√	√	√	√	目击
		领雀嘴鹎	*Spizixos semitorques*		√	√	√		√	目击
		绿翅短脚鹎	*Ixos mcclellandii*				√			目击
	树莺科	棕脸鹟莺	*Seicercus albogularis*	√	√					目击
	长尾山雀科	红头长尾山雀	*Aegithalos concinnus*	√	√		√			目击

续表 6.1-10　管道沿线功能区野生动物名录

目	科	物种	拉丁名	生态功能区						资料来源
				1	2	3	4	5	6	
	莺鹛科	棕头鸦雀	*Paradoxornis webbianus*	√	√	√	√			目击
	林鹛科	棕颈钩嘴鹛	*Pomatorhinus ruficollis*		√	√				目击
	幽鹛科	灰眶雀鹛	*Alcippe morrisonia*	√						目击
		褐顶雀鹛	*Schoeniparus brunneus*			√				目击
	噪鹛科	白颊噪鹛	*Garrulax sannio*	√	√	√	√		√	目击
		黑脸噪鹛	*Garrulax perspicillatus*						√	目击
雀形目	噪鹛科	画眉	*Garrulax canorus*	√	√	√	√	√	√	目击
		红嘴相思鸟	*Leiothrix lutea*			√		√		目击
	河乌科	褐河乌	*Cinclus pallasii*			√			√	目击
	椋鸟科	八哥	*Acridotheres cristatellus*	√	√				√	目击
		丝光椋鸟	*Spodiopsar sericeus*	√	√	√			√	目击
		北椋鸟	*Agropsar sturninus*						√	目击
	鸫科	乌鸫	*Turdus mandarinus*		√	√	√		√	目击
	鹟科	鹊鸲	*Copsychus saularis*	√	√	√			√	目击
		北红尾鸲	*Phoenicurus auroreus*		√					目击
		红尾水鸲	*Rhyacornis fuliginosa*		√	√				目击
		小燕尾	*Enicurus scouleri*			√				目击
		白额燕尾	*Enicurus leschenaulti*			√				目击
		小斑姬鹟	*Ficedula westermanni*			√				目击
	梅花雀科	白腰文鸟	*Lonchura striata*	√	√		√			目击
雀形目	雀科	麻雀	*Passer*	√		√	√		√	目击
	鹡鸰科	白鹡鸰	*Motacilla alba*	√	√	√	√		√	目击
		灰鹡鸰	*Motacilla cinerea*		√		√	√		目击
		黄鹡鸰	*Motacilla tschutschensis*	√						目击
		树鹨	*Anthus hodgsoni*		√			√		目击
	燕雀科	金翅雀	*Chloris sinica*		√		√		√	目击
爬行类 REPITIAL										
有鳞目	壁虎科	蹼趾壁虎	*Gekko subpalmatus*		√		√	√		目击
	鬣蜥科	丽纹龙蜥	*Diploderma splendidum*	√			√	√	√	目击
	石龙子科	宁波滑蜥	*Scincella modesta*						√	文献
		蓝尾石龙子	*Eumeces elegans*	√			√	√		文献
		中国石龙子	*Plestiodon chinensis*				√	√		文献
		铜蜓蜥	*Sphenomorphus indicus*	√	√		√			目击
	蜥蜴科	北草蜥	*Takydromus septentrionalis*	√	√	√	√	√		文献
		丽斑麻蜥	*Eremias argus*						√	目击
	游蛇科	乌华游蛇	*Sinonatrix percarinata*	√			√	√		文献
		翠青蛇	*Cyclophiops major*	√	√	√	√	√	√	目击
		赤链蛇	*Dinodon*	√			√	√		访问
		黄链蛇	*Dinodon flavozonatum*				√	√		文献
		玉斑锦蛇	*Elaphe mandarinus*	√				√	√	文献
		王锦蛇	*Elaphe carinata*	√	√	√	√	√	√	目击
		黑眉锦蛇	*Elaphe taeniura*	√	√			√	√	文献
		黑眉晨蛇	*Orthriophis taeniurus*	√	√					文献
		乌梢蛇	*Zaocys dhumnades*	√	√	√	√	√	√	访问
		虎斑颈槽蛇	*Rhabdophis tigrinus*	√	√		√	√		访问
	蝰科	竹叶青蛇	*Trimeresurus stejnegeri*	√		√	√	√		访问
	眼镜蛇科	银环蛇	*Bungarus multicinctus*				√	√	√	访问
两栖类 AMPHIBIA										
无尾目	锄足蟾科	红点齿蟾	*Oreolalax rhodostigmatus*				√	√		文献

续表 6.1-10　管道沿线功能区野生动物名录

	蟾蜍科	中华大蟾蜍	*bufo gargarizans*	√	√	√	√	√	√	目击
		华西蟾蜍	*Bufo andrewsi*		√	√				文献
	叉舌蛙科	泽陆蛙	*Fejervarya multistriata*	√	√		√		√	文献
	蛙科	花臭蛙	*Odorrana schmackeri*		√	√	√	√		目击
		绿臭蛙	*Odorrana margaratae*		√	√	√	√	√	目击
		中国林蛙	*Rana chensinensis*		√	√				文献
		峨眉林蛙	*Rana omeimontis*	√	√	√	√			目击
		黑斑侧褶蛙	*Pelophylax nigromaculatus*	√	√	√	√		√	目击
		华南湍蛙	*Amolops ricketti*	√			√	√		文献
	树蛙科	斑腿泛树蛙	*Polypedates megacephalus*		√	√	√	√	√	文献
	雨蛙科	华西雨蛙	*Hyla annectans*		√	√				文献
		无斑雨蛙	*Hyla immaculata*		√			√		文献
	姬蛙科	粗皮姬蛙	*Microhyla butleri*	√	√	√	√	√		文献
		饰纹姬蛙	*Microhyla ornata*		√	√	√	√		文献
鱼类 PISCES										
鲤形目	鲤科	䱗鱼	*Hemiculter leucisculus*	√	√	√	√	√	√	访问
		翘嘴红鲌	*Erythroculter ilishaeformis*	√	√	√	√	√	√	访问
		长蛇鮈	*Saurogobio dumerili*	√	√	√	√	√		访问
		草鱼	*Ctenopharyngodon idella*	√	√	√	√	√	√	访问
		鲤鱼	*Cyprinus carpio*	√	√	√	√	√	√	目击
		鲫鱼	*Carassius auratus auratus*	√	√	√	√	√	√	目击
		鲢鱼	*Hypophthalmichthys molitrix*	√	√	√	√	√	√	访问
		鳙鱼	*Hypophthalmichthys nobilis*	√	√	√	√	√	√	访问
		鳡鱼	*Elopichthys bambusa*	√				√	√	文献
		武昌鱼	*Megalobrama amblycephala*					√	√	访问
		麦穗鱼	*Pseudorasbora parva*		√	√	√			目击
		中华倒刺鲃	*Spinibarbus sinensis*		√	√	√			访问
		长体鲂	*Megalobrama elongata*	√						文献
		裸体鳅鮀	*Xenophysogobio nudicorpa*	√						文献
		鯮	*Luciobramamacrocephalus*	√	√			√		文献
		鳤	*Ochetobius elongatus*		√			√		文献
		岩原鲤	*Procypris rabaudi*	√						文献
	平鳍鳅科	细鳞裂腹鱼	*Hemimyzon yaotanensis*	√						文献
		窑滩间吸鳅	*Hemimyzon yaotanensis*	√						文献
		四川栉鰕虎鱼	*Ctenogobius szechuanensis*	√						文献
		四川华吸鳅	*Sinogastromyzon szechuanensis*		√					文献
		峨眉后平鳅	*Metahomaloptera omeiensis*		√					文献
		中华金沙鳅	*Jinshaia sinensis*		√					文献
		长薄鳅	*Leptobotia elongata*	√	√					文献
鲇形目	鲿科	黄颡鱼	*Pelteobagrus fulvidraco*	√	√	√	√	√	√	目击
鲈形目	鳢科	乌鳢	*Channa argus*	√	√					访问
	真鲈科	日本真鲈	*Lateolabrax japonicus*		√	√	√			访问
	鮨科	鳌花鱼	*Siniperca chuatsi*		√	√	√			访问

注：1-四川盆地农产品提供功能区，2-川东丘陵林产品提供功能区，3-三峡库区土壤保持功能区，4-渝东南山区土壤保持功能区，5-鄂西南生物多样性保护功能区，6-江汉平原农产品提供功能区。

表 6.1-11　管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
1	黄鼬 *Mustela sibirica*	重庆市级	LC		川东丘陵-合川三江国家湿地公园（林缘灌丛）	目击	否
2	小麂 *Muntiacus reevesi*	国家Ⅱ级	LC	是	渝东南-大风堡自然保护区（林缘灌丛、杂草丛）	访问	否
3	岩松鼠 *Sciurotamias davidianus*	重庆市级	LC	是	鄂西南；江汉平原（岩石灌木）	文献	否
4	复齿鼯鼠 *Trogopterus xanthipes*	重庆市级 湖北省级	NT	是	重庆市-石柱土家族自治县（森林岩壁）	文献	否
5	红白鼯鼠 *Petaurista alborufus*	重庆市级 湖北省级	LC	是	重庆市-石柱土家族自治县（密林）	文献	否
6	红腹锦鸡 *Chrysolophus pictus*	国家Ⅱ级	LC	是	川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区（疏林灌丛）	访问	否
7	灰胸竹鸡 *Bambusicola thoracicus*	重庆市级 湖北省级	LC	是	三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区；渝东南-大风堡自然保护区（灌丛）	目击	否
8	赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江合川国家湿地公园（水塘沼泽）	目击	否
9	小䴙䴘 *Tachybaptus ruficollis*	四川省级	LC		川东丘陵-合川三江国家湿地公园；三峡库区；江汉平原（湿地水塘）	目击	否
10	珠颈斑鸠 *Streptopelia chinensis*	湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园；渝东南-大风堡自然保护区；江汉平原-荆州长湖湿地公园（疏林农田）	目击	否
11	白腰雨燕 *Apus pacificus*	湖北省级	LC		三峡库区（靠近水源的悬崖山坡）	文献	否
12	噪鹃 *Eudynamys scolopaceus*	重庆市级	LC		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区（林灌生境）	目击	否
13	四声杜鹃 *Cuculus micropterus*	重庆市级 湖北省级	LC		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-小三峡自然保护区、合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（林灌生境）	目击	否
14	大杜鹃 *Cuculus canorus bakeri*	湖北省级	LC		川东丘陵-合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（森林乔木）	目击	否
15	黑水鸡 *Gallinula chloropus*	四川省级 重庆市级 湖北省级	LC		重庆市；江汉平原（湿地沼泽）	目击	否
16	棕背田鸡 *Zapornia bicolor*	国家Ⅱ级	LC		湖北省（沼泽池塘灌丛）	文献	否
17	普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo*	四川省级 重庆市级	LC		四川盆地；重庆市-合川区、铜梁区（河川湖沼）	目击	否

		湖北省级					

续表 6.1-11 管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
18	大麻鳽 *Botaurus stellaris*	四川省级 重庆市级	LC		重庆市；湖北省（河流湖泊草丛）	目击	否
19	黄斑苇鳽 *Ixobrychus sinensis*	四川省级 重庆市级	LC		重庆市-甘井沟（湖泊沼泽灌丛）	目击	否
20	苍鹭 *Ardea cinerea*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（水域岸边及浅水处）	目击	否
21	大白鹭 *Ardea alba*	湖北省级	LC		四川盆地；川东丘陵；三峡库区（河岸沼泽）	目击	否
22	中白鹭 *Egretta garzetta*	四川省级 湖北省级	LC		重庆市（河岸沼泽）	目击	否
23	白鹭 *Egretta garzetta*	四川省级 湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园；重庆市-北碚区、合川区、铜梁区、石柱土家族自治县；荆州长湖湿地公园（河岸沼泽）	目击	否
24	金雕 *Aquila chrysaetos*	国家Ⅰ级	LC		三峡库区-黄水国家森林公园；渝东南-大风堡自然保护区（高空飞行，分布广泛）	文献	否
25	黑鸢 *Milvus migrans*	国家Ⅱ级	LC		三峡库区-黄水国家森林公园、甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区（平原、低山丘陵、高山森林）	文献	否
26	普通鵟 *Buteo japonicus*	国家Ⅱ级	LC		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-小三峡自然保护区（山地森林）	文献	否
27	红隼 *Falco tinnunculus*	国家Ⅱ级	LC		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区（高空飞行，分布广泛）	文献	否
28	星头啄木鸟 *Dendrocopos canicapillus*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（树林）	目击	否
29	金腰燕 *Cecropis daurica*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（村落）	目击	否
30	家燕 *Hirundo rustica*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（村落田野）	目击	否
31	棕背伯劳 *Lanius schach*	湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园（疏林农田）	目击	否
32	黑卷尾	湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园；渝东南-大风堡自然保护区（阔叶林、村舍）	目击	否
33	喜鹊 *Pica pica*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（村落	目击	否

					田野）		
34	灰喜鹊 *Cyanopica cyanus*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江国家湿地公园（村落田野）	目击	否

续表 6.1-11　管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
35	松鸦 *Garrulus glandarius*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（森林）	目击	否
36	大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchos*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（森林、疏林）	目击	否
37	大山雀 *Parus cinereus*	湖北省级	LC		川东丘陵-三江国家湿地公园（阔叶林灌丛）	目击	否
38	画眉 *Garrulax canorus*	国家Ⅱ级	LC		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区；渝东南-大风堡自然保护区(林灌生境)；	目击	否
39	红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*	国家Ⅱ级	LC		重庆市-合川区、石柱土家族自治县（山地疏林灌丛）	目击	否
40	八哥 *Acridotheres cristatellus*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（林缘疏林）	目击	否
41	丝光椋鸟 *Spodiopsar sericeus*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（疏林灌丛）	目击	否
42	乌鸫 *Turdus mandarinus*	湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（林缘疏林）	目击	否
43	丽纹龙蜥 *Diploderma splendidum*	湖北省级		是	渝东南-大风堡自然保护区（林缘灌丛）	目击	否
44	玉斑锦蛇 *Elaphe mandarinus*	重庆市级 湖北省级	LC	是	渝东南-大风堡自然保护区（丘陵林地）	文献	否
45	王锦蛇 *Elaphe carinata*	四川省级 重庆市级 湖北省级	LC		渝东南-大风堡自然保护区（山地水塘）	目击	否
46	黑眉锦蛇 *Elaphe taeniura*	重庆市级 湖北省级			鄂西南-清江国家森林公园；川东丘陵-合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（村舍附近、草丛稻田）	文献	否
47	乌梢蛇 *Zaocys dhumnades*	重庆市级 湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园；川东丘陵-合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（农田草丛、河沟边缘）	访问	否
48	银环蛇 *Bungarus multicinctus*	重庆市级 湖北省级	LC		重庆市-石柱土家族自治县（田间、金水处）	访问	否
49	红点齿蟾 *Oreolalax rhodostigmatus*	重庆市级 湖北省级	VU		重庆市-石柱土家族自治县（山涧溪流）	文献	否
50	中华大蟾蜍 *bufo gargarizans*	湖北省级			鄂西南-清江国家森林公园；川东丘陵-合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（河岸草丛、水田）	目击	否
51	粗皮姬蛙 *Microhyla butleri*	重庆市级	LC		重庆市-北碚区、合川区（水沟草丛）	文献	否

		湖北省级					

续表 6.1-11　管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
52	饰纹姬蛙 *Microhyla ornata*	重庆市级 湖北省级	LC		鄂西南-清江国家森林公园；川东丘陵-合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区（河岸草丛、水田）	文献	否
53	泽陆蛙 *Fejervarya multistriata*	重庆市级 湖北省级	DD		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区；鄂西南-清江国家森林公园（水田、河岸）	目击	否
54	黑斑侧褶蛙 *Pelophylax nigromaculatus*	重庆市级 湖北省级	NT		三峡库区-甘井沟风景名胜区；川东丘陵-金刀峡自然保护区、合川三江国家湿地公园；渝东南-大风堡自然保护区；鄂西南-清江国家森林公园（水田、河岸）	目击	否
55	中国林蛙 *Rana chensinensis*	四川省级 湖北省级	LC	是	渝东南-大风堡自然保护区（溪流沟谷、阔叶林）	文献	否
56	华南湍蛙 *Amolops ricketti*	重庆市级		是	四川盆地；渝东南；鄂西南（山溪）	文献	否
57	鳡鱼 *Elopichthys bambusa*	四川省级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；川东丘陵-合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
58	长体鲂 *Megalobrama elongata*	四川省级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区	文献	否
59	裸体鳅鮀 *Xenophysogobio nudicorpa*	四处省级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区	文献	否
60	岩原鲤 *Procypris rabaudi*	国家 II 级		是	四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区	文献	否
61	鯮 *Luciobramamacrocephalus*	国家 II 级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；川东丘陵-合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
62	鲹 *Ochetobius elongatus*	重庆市级 湖北省级			川东丘陵-陵合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
63	细鳞裂腹鱼 *Schizothorax chongi*	国家 II 级			川东丘陵-陵合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
64	窑滩间吸鳅 *Hemimyzon yaotanensis*	四川省级 重庆市级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区	文献	否
65	四川栉鰕虎鱼 *Ctenogobius szechuanensis*	四川省级 重庆市级			四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区	文献	否

66	四川华吸鳅 *Sinogastromyzon szechuanensis*	重庆市级		是	四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；川东丘陵-合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
67	峨眉后平鳅 *Metahomaloptera omeiensis*	重庆市级		是	川东丘陵-陵合川大口鲶县级自然保护区	文献	否

续表 6.1-11　管道沿线珍稀保护动物名录

序号	物种名称（中文名/拉丁名）	保护级别	濒危等级	特有种（是/否）	分布区域	资料来源	工程占用情况（是/否）
68	中华金沙鳅 *Jinshaia sinensis*	重庆市级		是	四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；川东丘陵-合川大口鲶县级自然保护区	文献	否
69	长薄鳅 *Leptobotia elongata*	国家Ⅱ级		是	四川盆地-长江上游珍稀特有鱼类自然保护区；川东丘陵-合川大口鲶县级自然保护区	文献	否

注：IUCN 标准，LC—无危，NT—近危，VU—易危，DD—数据缺乏。



图 6.1-11（1）　四川盆地农产品提供功能区动物现场调查照片



图 6.1-11（2）　川东丘陵林产品提供功能区动物现场调查照片



图 6.1-11（3） 三峡库区土壤保持功能区动物现场调查照片

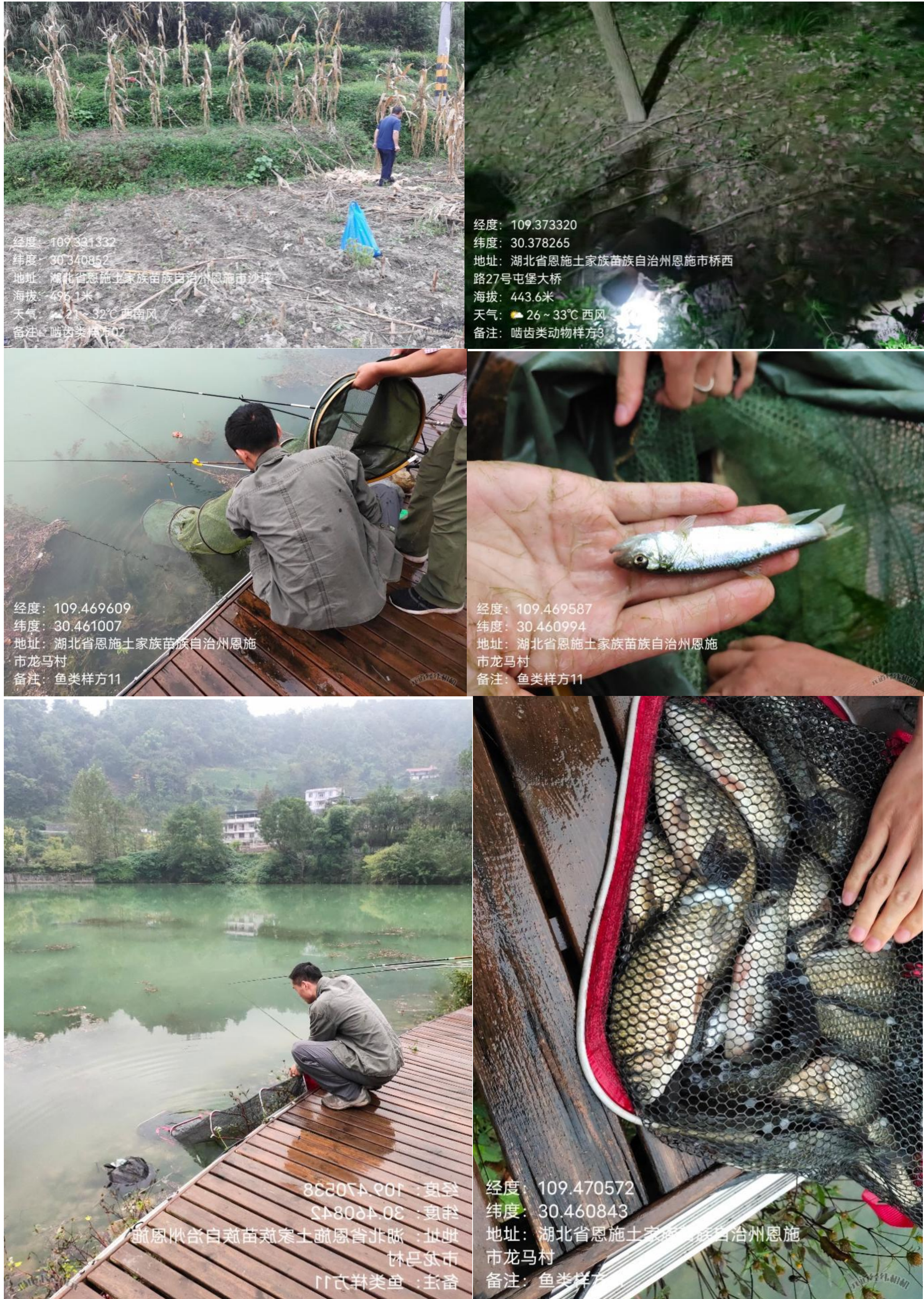


图 6.1-11（4）　渝东南山区土壤保持功能区动物现场调查照片



图 6.1-11（5） 鄂西南生物多样性保护功能区动物现场调查照片



图 6.1-11（6）　江汉平原农产品提供功能区动物现场调查照片

6.1.5　管道沿线水生生态现状

川气东送（四川—湖北）新建管道共有河流大型穿越 59 处，穿越长度 32.604km，河流大中型穿越工程 57 处，穿越长度 32014m；管线附近水源地共有 8 处，其中共 4 处直接穿越(包含一处近距离穿越)。本章对管线河流大型穿越和新建管道附近水源保护地的生态现状进行阐述。

6.1.5.1　河流大型穿越段水生生态现状

管线河流大型穿越共计 25 处，穿越距离为 23.384km，河流中型穿越 9.22km。大、中型跨越工程 2 处，分别是马水河跨越（270m）、野三河跨越（320m），累计跨越长度 590m。本工程河流穿跨越控制性工程共 4 处，分别是嘉陵江穿越、忠县长江穿越、野三河跨越、宜昌长江穿越。穿越方式及距离见下表 6.1-12。

根据《中国渔业区划》，本工程穿越河流涉及内陆渔业区的西南区和长江上游区。

本工程在长江上游区主要涉及沱江、嘉陵江、清江等流域。水系浮游植物以硅藻为多。浮游动物以轮虫属种最多，其次为原生动物，再次为枝角类，桡足类属种较少。各类型水域底栖动物均以软体动物种类最多，节肢动物居次，环节动物少。本区鱼类以江河平原区系类群鱼类为主，主要种类有草鱼、鲢鱼、鳙鱼、青鱼、鲤鱼、鲫鱼、红鲌、鳡鱼、鳜鱼等。

根据实地调查，本工程穿越的沱江、长江、嘉陵江、马水河、玛瑙河、野三河、西荆河等河流，淡水浮游生物比较齐全，结合已有的调查结果显示 6 个门类的藻类在均能见到，春秋季多为甲藻、裸藻和金藻，夏季多为绿藻和蓝藻，硅藻在全年中均能见到。淡水浮游动物包括轮虫、枝角类和桡足类。淡水底栖动物主要有软体动物门中腹足纲的田螺科、扁卷螺科、椎实螺科、觿螺科，节肢动物门昆虫纲双翅目的蚊科、摇蚊科，环节动物门的水生寡毛类和蛭类。挺水植物有香蒲、菖蒲、芦苇、茭白、水葱等；沉水植物有金鱼藻、黑藻、眼子菜等；浮叶植物有浮萍、莲、睡莲、荇菜等。

1）　管线穿越四川段河流水生生态现状

川气东送二线新建管道在四川省穿越的河流有沱江及其一级支流威远河，沱江是长江上游四川段支流，位于中国四川省中部，发源于川西北九顶山南麓，绵竹市断岩头大黑湾。威远河古名清水溪，原名清溪河，为长江支流沱江支流釜溪河的上游干流。沱江流域森林覆被率仅 6.1%，为四川各河中最低者。沱江所经过的四川省内江市东兴区主要产水稻、玉米、小麦、花生、油菜等粮食作物，经济作物有甘蔗、梨、柑、桔、枇杷、桑树、桃等。植被种类中乔木树种主要有柏木、马尾松、水杉、银杏等。

本工程采取钻爆隧道穿越沱江，穿越隧道长为 1350m。穿越地区乔木主要以柏木、马尾松、银杏为主，穿越段附近乔木有枫杨、瓜木、构树等，灌草包括白茅、接骨草、喜旱莲子草、鸭跖草、小蓬草、黄花蒿等常见种。

2) 管线穿越重庆市水生生态现状

川气东送二线新建管道在重庆市穿越嘉陵江和长江忠县段，长江干流宜昌以上为上游，宜宾至宜昌河段习称川江，长 1040km，长江穿越忠县也在此区段内；嘉陵江是长江上游主要支流，因流经陕西凤县东北嘉陵谷而得名，在重庆市朝天门汇入长江。全长 1345 千米，干流流域面积 3.92 万平方千米，流域面积 16 万平方千米，是长江支流中流域面积最大，长度仅次于雅砻江，流量仅次于岷江的大河。嘉陵江流域内资源丰富，可称川东一大宝库，有极其丰富的煤矿资源分布于华莹山地区；石油及天然气产于中上侏罗纪及白垩纪红色地层中，主要分布在南充、南部、西充等县、市；还有许多土特产资源——三台名药麦冬制成清凉剂畅销东南亚，旺苍、青川等地盛产黑木耳、核桃、天麻、杜仲、生漆等，达县产苎麻、油桐子，渠县产黄花，通江产银耳。嘉陵江流域内水产资源也很丰富，鱼类繁多，据调查，全省鱼类 270 多种，嘉陵江干流就占有 146 种，此外，还有龟鳖。

本工程采取钻爆隧道穿越嘉陵江和忠县长江，穿越隧道长分别为 1350m 和 2094m。管线穿越嘉陵江区段附近乔木有柑橘、栾树、川桂，灌草主要有葛、牵牛花、木贼、白茅、黄花蒿等。穿越忠县长江区段附近乔木有槲栎、马尾松、柏木，灌草主要有檵木、白背叶、叶下珠、黄花蒿及常见蕨类等。

3) 管线穿越湖北省水生生态现状

川气东送二线新建管道在湖北省共有包括清江、太阳河、马水河、野三河、宜昌长江、玛瑙河、沮漳河、太湖港、引江济汉、太湖港湿地公园、南北渠、内泊湖、四湖总干渠、西荆河、万福河、长咀河、中支渠、排灌渠、东干渠、中沙河、东荆河、百里长渠在内的 22 处大型河流穿越。

清江是长江一级支流，以钻爆隧道穿越 410m，太阳河亦钻爆隧道穿越 1100m；宜昌长江段以盾构隧道穿越 1400m；马水河和野三河分别以桁架跨越和悬索跨越方式穿越 270m 和 320m；其余的玛瑙河、沮漳河、内泊湖、四湖总干渠、西荆河、东干渠、东荆河等 10 余处小型河流均以定向钻穿越，而引江济汉以顶管法隧道穿越。

选取清江、宜昌长江、玛瑙河等设置样方进行植被调查，位于荆州市沙市区观音垱镇的南北渠和内泊湖穿越段附近乔木主要是樟、构树等，草本有杠板归、小蓬草等常见杂草，穿越段附近还有莲藕水田；在沮漳河现场调查时，穿越段被水淹，穿越段附近乔木主要是杨树和栾树，有狗尾草、黄花蒿、牛筋草、光头稗、狗牙根、小飞蓬、赤爬等常见杂草，还有少许栽培植物——南瓜；东荆河现场调查时穿越段也被水淹涨水，附近有杨树林，草本以狗牙根、牛筋草、狗尾草、马鞭草、苍耳、鸭跖草等常见杂草为多。

引江济汉穿越段附近乔木主要有复羽叶栾树、构树等，灌木较少，草本多是狗牙根、通奶草、狗尾草、葎叶地锦、野菊、小蓬草等常见杂草；太湖港穿越段附近乔木主要是杨树，还有苍耳、黄花蒿、狗牙根、酢浆草、狗尾草、牛筋草等常见杂草；　四湖总干渠穿越段附近乔木主要是杨树和构树，栽培植物较多，棉花、南瓜、西瓜、大豆、芝麻、水稻、玉米、绿豆、高粱等；万福河穿越段附近乔木主要是杨树和构树，草本有狼尾草、狗尾草、葎草等常见杂草，穿越段附近栽培植物有水稻、红薯、菊芋；长咀河穿越段附近乔木主要是构树、杨树、复羽叶栾树等，灌木主要有鸡矢藤、乌蔹莓等，草本以狗尾草、两型豆、狼尾草、铁苋菜等常见杂草为主，穿越段附近有水稻田和莲藕田，还有芝麻、菊芋、大豆、绿豆等栽培植物。

西荆河、中支渠、排灌渠、东干渠穿越段附近乔木主要是樟、构树等，草本有杠板归、小蓬草等常见杂草。中沙河穿越段附近乔木主要是杨树，

草本有水蓼、鸭跖草、空心莲子草、沟酸浆、荨麻、狗尾草等常见杂草，穿越段附近有水塘；百里长渠穿越段附近栽培植物有水稻田和四季豆，乔木主要是樟、构树、桂花树等，灌木草本有牛筋草、两型豆、黄花蒿、一年蓬、牵牛花、鸭跖草、荩草、苘麻、萹蓄等常见杂草。

此段未写明植被调查结果的水生生态现状均在后面生态敏感目标的相应章节进行撰写。部分河流穿越现状图如下图 6.1-13。

表 6.1-12　管线大型河流穿越

名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式
沱江	内江市市中区史家镇	四川省	1350	钻爆隧道
嘉陵江	北碚区澄江镇	重庆市	1350	钻爆隧道
忠县长江	忠县黄金镇	重庆市	2094	钻爆隧道
清江	恩施州恩施市屯堡乡	湖北省	410	钻爆法隧道
太阳河	恩施州恩施市白杨坪镇	湖北省	1100	钻爆隧道
马水河	恩施州建始县红岩寺镇	湖北省	270	桁架跨越
野三河	恩施州巴东县野三关镇	湖北省	320	悬索跨越
宜昌长江	宜昌市宜都市红花套镇	湖北省	1400	盾构隧道
玛瑙河	宜昌市枝江市安福寺镇	湖北省	900	定向钻
沮漳河	荆州市荆州区七星台镇	湖北省	1000	定向钻
太湖港	荆州市荆州区八岭山镇	湖北省	800	定向钻
引江济汉	荆州市荆州区纪南镇	湖北省	330	顶管法隧道
太湖港（湿地公园）	荆州市荆州区郢城镇	湖北省	860	定向钻
南北渠	荆州市沙市区观音垱镇	湖北省	800	定向钻
内泊湖	荆州市沙市区观音垱镇	湖北省	800	定向钻
四湖总干渠	潜江市浩口镇	湖北省	800	定向钻
西荆河	潜江市浩口镇	湖北省	1000	定向钻
万福河	潜江市后湖管理区	湖北省	1100	定向钻
长咀渠	湖北省潜江市后湖管理区	湖北省	800	定向钻
中支渠	潜江市后湖管理区	湖北省	800	定向钻
排灌渠	潜江市后湖管理区	湖北省	900	定向钻
东干渠	潜江市熊口镇	湖北省	900	定向钻
中沙河	潜江市熊口镇	湖北省	1000	定向钻
东荆河	湖北省潜江市熊口镇	湖北省	1400	定向钻
百里长渠	潜江市总口管理区	湖北省	900	定向钻

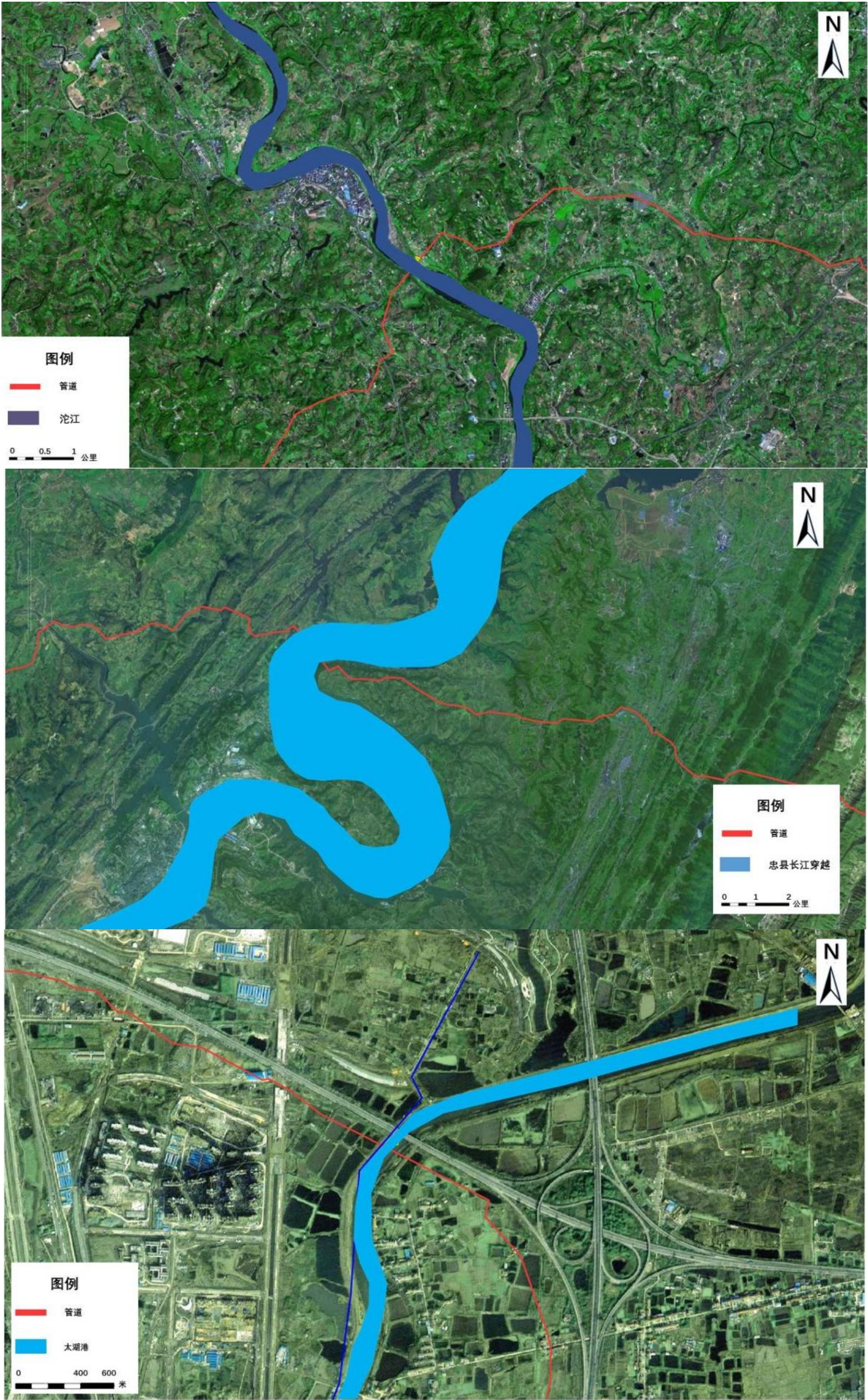


图 6.1-12(1)　部分管线与河流位置图图



图 6.1-12(2)　部分管线穿越河流位置现场图图

6.1.5.2 管线附近水源地水生生态现状

管线附近水源保护地共有 8 处，分别是内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区、柏林寺水库、长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地、长寿区葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区、大龙潭水库、长江中下游干流绿葱坡镇田家坪河流型水源地、巴东县万福河饮用水水源地、猇亭区善溪冲水库，其中内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区、大龙潭水库、猇亭区善溪冲水库 3 处均为直接穿越，长寿区葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区 1 处是近距离穿越，其余 4 处均不穿越。穿越方式及距离见下表 6.1-13。

表 6.1-13　管线附近水源地穿越

名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式
内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区	内江市东兴区白马滩	四川省	2004	定向钻
柏林寺水库	隆昌市威远县五马槽村	四川省	无	无
长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地	长寿区罗围乡	重庆市	无	无
长寿区葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区	长寿区葛兰镇老龙洞	重庆市	567	近距离定向钻
大龙潭水库	恩施市杨家山乡龙湾谭	湖北省	983	定向钻
长江中下游干流绿葱坡镇田家坪河流型水源地	巴东县绿葱坡镇	湖北省	无	无
巴东县万福河饮用水水源地	巴东县水浒坪乡陈家湾	湖北省	无	无
猇亭区善溪冲水库	宜昌市福善场村	湖北省	3499	定向钻

管线在八处水源地均以定向钻方式穿越。管线穿越内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区 2004m，附近乔木主要有枫杨、瓜木、构树等，灌草包括白茅、接骨草、喜旱莲子草、鸭跖草、小蓬草、黄花蒿等常见种；穿越大龙潭水库 983m，穿越段附近种植玉米、水稻、大豆和南瓜，栽培经济林银杏、珙桐、紫薇和梨树，还有枫杨、光叶槭、瓜木和水红木等乔木，牡荆、白勒、马桑和高粱泡等灌木，以及老鹳草、蕨类、打破碗花花等常见草本；穿越猇亭区善溪冲水库 3499m，植被类型为针阔混交林，有毛桐、枫杨、构树等乔木，还有牡荆、鸡矢藤、花叶络石、木贼等灌木丛；穿越长寿区葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区 567m，附近植被以

亚热带常绿阔叶林为主，有海桐、樟、枫杨、灯台树等乔木，荚蒾、君迁子、葛等灌木，败酱、序叶苎麻、白茅等草本植物。

6.1.6 管道沿线土地利用现状

本次评价通过现场调查和卫星遥感影像解译对管道沿线土地利用现状进行调查与分析。统计结果表明，评价区土地利用方式多样，有林地、农田、园地等。

6.1.6.1 四川段土地利用类型

根据遥感解译统计，四川段土地利用类型有耕地、草地、水域、林地、住宅地和其他土地等，土地利用类型详见表 6.1-14 和生态遥感图集。四川段土地利用以耕地为主，占四川省区域土地利用面积的 92.53%，包括了旱地、水田和水浇地，其中旱地占比 58.928%，是管道沿线的主要土地利用类型，主要分布在四川省泸县、东兴区、安岳县等；其次是水田，占评价范围的 25.62%。而其他土地利用类型所占比例很少。

表 6.1-14 四川段管道两侧各 500m 范围内土地利用现状

序号	土地利用类型		面积(hm^2)	占总面积的比例(%)	总计占比(%)
1	耕地	旱地	21534.3155	58.928%	92.53%
2		水浇地	13.5684	0.037%	
3		水田	12264.6170	33.562%	
4	草地	天然牧草地	140.9515	0.386%	0.386%
5	水域	水库水面	48.4046	0.132%	1.157%
6		河流水面	374.4885	1.025%	
7	林地	乔木林地	1617.9696	4.428%	5.362%
8		灌木林地	341.2190	0.934%	
9	住宅地	城镇住宅用地	31.9914	0.088%	0.156%
10		农村宅基地	24.9752	0.068%	
11	其他	铁路用地	3.2644	0.009%	0.413%
12		公路用地	141.9011	0.388%	
13		工业用地	5.8583	0.016%	
	总计		36543.5245	100%	

6.1.6.2 重庆段土地利用类型

根据遥感解译统计，重庆段土地利用类型有耕地、草地、水域、林地、住宅地和其他土地等，土地利用类型详见表 6.1-15 和生态遥感图集。重庆段土地利用以耕地为主，占重庆市区域土地利用面积的 76.981%，包括

了旱地和水田，其中旱地占比 46.032%，是管道沿线的主要土地利用类型，主要分布在重庆市渝北区、长寿区、潼南县、大足县等；其次是水田，占评价范围的 30.949%。而其他土地利用类型所占比例相对较少，除了林地占比 19.237%，其余土地利用类型占比很少。

表 6.1-15　重庆段管道两侧各 500m 范围内土地利用现状

序号	土地利用类型		面积(hm^2)	占总面积的比例(%)	总计占比(%)
1	耕地	旱地	22899.7583	46.032%	76.981%
2		水田	15396.3445	30.949%	
3	草地	天然牧草地	1173.9674	2.360%	2.360%
4	水域	水库水面	46.9346	0.094%	0.716%
5		河流水面	309.3721	0.622%	
6	林地	乔木林地	8679.6466	17.447%	19.237%
7		灌木林地	890.4817	1.790%	
8	宅基地	农村宅基地	34.3515	0.069%	0.069%
9	其他	铁路用地	41.3300	0.083%	0.638%
10		公路用地	190.4093	0.383%	
11		工业用地	78.9374	0.159%	
12		采矿用地	6.2924	0.013%	
	总计		49747.8258	100%	

6.1.6.3　湖北段土地利用类型

根据遥感解译统计，湖北段土地利用类型有耕地、草地、水域、林地、住宅地和其他土地等，土地利用类型详见表 6.1-15 和生态遥感图集。湖北段土地利用以林地为主，占湖北省区域土地利用面积的 52.505%，包括了乔木林地和灌木林地，其中乔木林地占比 43.787%，是管道沿线的主要土地利用类型，主要分布在湖北省巴东县、长阳土家族自治县、恩施市、利川市、建始县等；其次是灌木林地，占评价范围的 8.718%。其他土地利用类型中，以耕地所占比例相对较高，占评价区域的 35.367%，其中水田占 26.977%，主要分布在枝江市、潜江市、荆州市等；而旱地占比 8.390%。其余土地利用类型所占比例相对较少。

表 6.1-16　湖北段管道两侧各 500m 范围内土地利用现状

序号	土地利用类型		面积(hm^2)	占总面积的比例(%)	总计占比(%)
1	耕地	旱地	4826.0063	8.390%	35.367%

2		水田	15517.1938	26.977%	
3	草地	天然牧草地	4189.0111	7.283%	7.283%
4	水域	水库水面	36.5763	0.064%	2.290%

续表 6.1-16　湖北段管道两侧各 500m 范围内土地利用现状

序号	土地利用类型		面积（hm^2）	占总面积的比例（%）	总计占比（%）
5	水域	河流水面	459.7542	0.799%	
6		湖泊水面	74.7094	0.130%	
7		坑塘水面	732.4857	1.273%	
8		沟渠	13.9404	0.024%	
9	林地	乔木林地	25186.6140	43.787%	52.505%
10		灌木林地	5014.8800	8.718%	
11	宅基地	城镇住宅用地	4.9659	0.009%	1.315%
12		农村宅基地	750.9309	1.306%	
13	其他	铁路用地	27.8550	0.048%	1.239%
14		公路用地	370.6739	0.644%	
15		工业用地	311.1527	0.541%	
16		采矿用地	3.5237	0.006%	
	总计		57520.2733	100%	

6.1.7　管道沿线土壤现状

1）四川盆地农产品提供功能区

四川盆地是中国著名红层盆地。地表岩石主要为砂岩和页岩，这两种岩石极易风化发育成紫色土，紫色土含有丰富的钙、磷、钾等营养元素，是中国最肥沃的自然土壤。

四川盆地是我国紫色土分布最集中的地区，紫色土是由特殊性质的紫色岩母质形成的初育土。紫色土有机质含量在 1.0%左右，其发育程度较同地区的红、黄壤为迟缓状态，尚不具脱硅富铝化特征，属化学风化微弱的土壤，呈中性至微碱性反应，pH 值为 6.5～7.5，石灰含量随母质而异，盐基饱和度达 80～90%。紫色土矿质养分丰富，在四川盆地的丘陵地区中为较肥沃土壤，其农业利用价值很高。

还有发育在石灰岩上的岩成土。在中国热带和亚热带湿润地区，石灰（岩）土凡有石灰岩出露之地均有分布，但主要分布于广西、贵州和云南境内。石灰(岩)土的植被多为喜钙植物如蕨类、五节芒、白茅等。这类植物的有机质成为石灰土腐殖化作用的物质基础。石灰（岩）土可分为黑色石灰土、棕色石灰土和红色石灰土。黑色石灰土有机质含量丰富，呈良好

团粒结构，土色暗黑，土层厚薄不一；棕色石灰土常见于山麓坡地，色棕粘重，不均质石灰反应；红色石灰土土色鲜红，剖面上部多无石灰反应，表土 pH6.5。

结合中国土壤数据库和现场调查可知，此功能区内管道沿线土壤类型主要为紫色土，且具有明显淋溶脱钙特征，不含或仅含少量碳酸钙，质地适中，肥力较高，作物宜种度高，适合种植柑桔、甘蔗等作物。

2）川东丘陵林产品提供功能区

川东丘陵地区的土地狭小，地形多是冲积扇，拥有大量的冷砂和矿子黄泥土，这类泥土营养丰富，土层较厚。根据《四川省志》，得出该地区主要有四种类型土壤：水稻土、紫色土、冲积土、黄壤土。

水稻土是耕种活动的产物，是四川省最主要的耕地土壤类型。是由各种地带性土壤、半水成土和水成土经水耕熟化培育而成，其形成过程是在季节性淹水灌溉、耕作、施肥等措施影响下，进行氧化还原交替过程、有机质的合成与分解、复盐基作用与盐基的淋溶，及粘粒的分解、聚积与迁移、淋失，使原来的土壤特征受到不同程度的改变，使剖面发生分异，而形成特有的土壤形态、理化和生物特性。水稻土的剖面结构包括下列层次:耕作层、犁底层、渗育层、淀积层、淀积潜育层及潜育层。耕作层淹水时水分饱和，呈半流泥糊状或泥浆状。排水落干后，呈包含有屑粒、碎块的大块状结构，结构面见锈斑杂有植物残体；犁底层较紧实，暗棕色的垂直结构发达，有锈纹和小铁锰结核；渗育层由于水分渗透，铁质淋洗强烈，颜色较淡；淀积层多呈棱块状结构，多锈纹、锈斑和铁锰结核；淀积潜育层处在地下水变动范围内，呈灰蓝色，有较多的锈斑和锈纹结构不明显；潜育层处于还原状态，呈蓝灰色结构。水稻土大致可分为淹育、潴育及潜育等三种类型。淹育型发育层段浅薄，属初期发育的水稻土，底土仍见母土特性，如红壤仍有红色底层；潴育型发育完整，具有完整的剖面结构；潜育型属由潜育土或沼泽土发育而成。

冲积土是指河流两岸基岩及其上部覆盖的松散物质被河流流水剥蚀后搬运、沉积在河床较平缓地带形成的沉积物。冲积土的特点是具有明显的层理构造，由于搬运作用显著，因此碎屑颗粒磨圆度好。随着河流的流速

从上游到下游逐渐减小，冲积土有明显的分选现象。上游沉积物多为磨圆粗大颗粒，中下游沉积物大多由砂粒逐渐过渡到粉粒和黏粒。冲积土是发育在河流泛滥地或河漫滩地冲积物土的一种非地带性泛域土。其特点是：它属于河漫滩相沉积，具有明显的河床相沉积与河漫滩相沉积的二元结构，而且尚没有脱离河流泛滥的冲积物覆盖的影响，表土层有明显的薄层沉积层理；生物作用极弱，基本无有机质表聚现象；地下潜水埋深变化可周期性影响底土，而具有潴育化过程。

黄壤土厚层沙泥黄土土体为 A-B-C 构型，黄壤土分布在多云雾，水湿条件较好的地区，以川、黔两省为主，以土层潮湿、剖面中部形成黄色或蜡黄色淀积层为其特征，粘土矿物含有较多的针铁矿和褐铁矿。剖面黄色，土壤活性酸及潜在酸都强；交换性阳离子以铝为主，呈强酸性反应，pH4-5.5；盐基高度不饱和，盐基饱和度小于 30%。质地壤至粘壤，有机质含量高，表土层一般都在 5-10%，高的可达 14%，B、C 层有机质 1%-2%；表层交换量较高，铁的游离度比红壤、黄红壤低，而活化度则较高。厚层沙泥黄土土体深厚，有机质含量高，森林和植被覆盖率一般比红壤、黄红壤高。

结合已有资料和现场调查发现，评价范围内以水稻土和黄壤土为主，水稻土主要分布于丘陵和低山低坡，且多为望天田；黄壤土多在山地，母质有砂岩、页岩、花岗岩。

3）三峡库区土壤保持功能区

该区以黄壤、紫色土、石灰土为主。

紫色土在重庆市分布面积最广，主要分布于西部丘陵地区及中部的涪陵、南川、丰都和东部的云阳、忠县、万州、开县一带，在低山处呈块状分布，大多分布于海拔 800m 以内。紫色土是紫色砂、页、泥岩风化物，在亚热带湿润气候条件下形成的幼年土壤。紫色土发育浅，土质肥沃，结构良好。土壤微生物活力强，易耕作，宜种度广。因此，紫色土是重庆市主要的农业土壤资源和旱粮、多经作物以及柑桔、蚕桑的主要生产基地。主要出产小麦、玉米、红苕、豌豆、胡豆、高粱、绿豆、黄豆、花生、油菜、甘蔗、柑桔类、梨类、麻类、烟草、生姜和各种蔬菜等多种农副产品。紫色土由于所处地区多为丘陵，大都开辟为农地，森林覆盖低于 3%～5%，

仅存在着部分散生的自然植被，因而，保水防冲能力弱，水土流失严重，使坡土极浅薄，作物易受旱。因此，实行土、水、林综合治理，坡地改梯地，治理坡面水系，兴修蓄水池，治沙凼、植树、种草、营造农业防护林，增施有机肥和氮磷钾肥以及合理的耕作，是培肥紫色土的根本措施。

黄壤是重庆市重要的土壤资源，其面积为 2371750.39hm^2，占土地总面积的 28.78%。主要分布在低、中山及丘陵地带和长江及其支流沿岸的二、三、四、五级阶地上。黄壤具有明显的发生层次，其农业土壤剖面构型为耕作层—心土层—母质层。在自然土中，黄壤的有机质由于腐殖质层的存在，可高达 5%以上；但心土层则迅速降低，耕作黄壤随熟化程度提高而增加。在农业土壤中，大部分磷以闭蓄态存在于土壤中，使之绝大部分黄壤速效磷低于 10mg/kg，是典型的缺磷土壤之一。黄壤具有过粘、过沙、过酸三大特点。耕作土壤具有瘦、冷、湿和特别缺磷的共性，因此在黄壤上种植玉米、小麦常出现红苗现象。当前，黄壤最主要的问题是植被的破坏，水土流失严重，土性多显贫瘠。

石灰（岩）土土类面积为 963234.74hm^2，占全市土地面积的 11.69%。石灰（岩）土是石灰岩风化发育形成的，土体中夹有石灰岩碎屑，土壤中含有少量游离碳酸盐，使之呈中性至微碱性。石灰（岩）土主要分布在海拔 1500m 以下背斜低山槽谷内，成土母岩主要为三迭系及三迭系以上各地层石灰岩风化物。质地粘细，pH 呈中性或微碱性，表层粒状结构。土壤的矿物组成和化学特性，在很大程度上受母岩的风化残留物质的制约。石灰（岩）土主要生长着疏林草地和森林地，而农业耕地所占比重小。

结合中国土壤数据库和现场调查，管道沿线土壤类型以紫色土和黄壤为主。

4）渝东南山区土壤保持功能区

该区以黄棕壤土和棕壤土为主。

黄棕壤土集中分布于海拔 1400m-2100m，成土母质为三迭系、二迭系、志留系、寒武系，奥陶系、震旦系地层灰岩、白云质灰岩、砂页岩和板岩风化的坡残积物。黄棕壤在常绿落叶阔叶混交林植被下，具有明显的发生层次，一般有 10～20cm 的腐殖质层，其下为 30～40cm 的腐殖质浸染层，

再下为心土层，土壤结构多为块状，其养分含量有机质积累多，但分解缓慢。黄棕壤是重庆市的主要林业土壤，农业耕地利用少，它不但生长着常绿阔叶及针叶混交林，而且林下还生长着天麻、杜仲等名贵药材。黄棕壤按其腐殖质积累特点、土壤发育程度和侵蚀委员长的差异，将黄棕壤土类划分为黄棕壤、暗黄棕壤、黄棕壤性土三个亚类。

棕壤土又叫棕色森林土，棕壤分布主要分布在海拔 2000～2700m，主要分布在城口、巫溪等县。棕壤的成土母质以变质岩、砂板岩类为主，其次为灰岩、泥页岩、花岗岩等残坡积物，在沟谷地带有零星的冲洪积母质。棕壤在重庆地区的土壤垂直带中，一般为最上端的土壤类型，其下多与黄棕壤相接。棕壤地表枯枝落叶来源较丰富，在湿润和干冷交替作用下，有利于有机质的积累和腐殖质的形成，未耕垦的棕壤都有明显的枯枝落叶层和较薄的腐殖质层，土壤表层有机质含量多大于 5%，最高的可达 14%，但腐殖化程度比黄棕壤低，未分解的腐殖质残体较高。棕壤的植被以落叶阔叶林为主，其次为松栎混交林。阔叶林树种主要有红桦、栎类、山杨、多种槭等；针叶树种主要有高山松、华山松以及少部分紫果云杉、巴山冷杉等。原始植被破坏后，取而代之的是灌丛或人工松林。林下灌丛的主要树种是卫茅、忍冬、杜鹃、绣线菊、花楸、蔷薇等。

结合中国土壤数据库和现场调查，管道沿线土壤类型以黄棕壤土、棕壤土为主。

5）鄂西南生物多样性保护功能区

红壤主要分布于鄂东南海拔 800 米以下低山或丘陵和鄂西南海拔 500 米以下丘陵或盆地。该分布区包括咸宁地区和鄂西自治州各县市，以及黄石、鄂州、武昌、汉阳、洪山、圻春、浠水、武穴、黄梅、石首、公安、松滋、枝域等县（市、区）。红壤营养状况是有机质含量较低，严重缺磷、硼,大部分缺氮、钾，局部缺锌、铜、锰、铁。

湖北省黄壤分布于鄂西南恩施州和宜昌地区海拔 500～1200 米的山区，主要表现为“四大块，四河谷”，“四大块”指恩施－建始盆地，来凤盆地、黄陵背斜中心区和枝城、长阳与五渔洋关之间的三角地带。“四河谷”指长江西陵河谷清江河谷鹤嵝水谷和咸丰唐岩河谷。土壤层次分异明显，

呈酸性，有机质含量较高，平均比红壤高 22.4%，其它矿质氧分与红壤相近或略丰，富铝化作用、淋溶作用和粘粒淀积现象较为明显。本省黄棕壤分布于该省各地、市、州，其中，以郧阳、黄冈、宜昌、孝感、襄樊等地的面积较大。多表现较为严重的水土侵蚀，该土壤的农业垦种历史较长，利用方式多种多样，结构面上经常覆有铁、锰胶膜或结核。一般质地粘重，土体紧实。

结合中国土壤数据库和现场调查，管道沿线土壤以黄壤和红壤土为主。

6）江汉平原农产品提供功能区

根据文献《江汉平原不同土壤类型下土地利用空间结构及变化特征分析》江汉平原总面积 28038．61km²，其中土壤面积 25783．31km²，水域面积 2255．3km²，分别占该区域总面积的 91.96%和 8.04%。江汉平原土壤可划分为水稻土、潮土、石灰土、紫色土、红壤、黄棕壤、草甸土和沼泽土 8 类。江汉平原耕作土壤以水稻土和潮土最为典型，分别占区域总面的 49.61%和 32.49%，构成江汉平原土壤的主体，分布在地势低平的平原湖区;地带性土壤为红壤和黄棕壤，分别占区域总面积的 1.42%和 5.79%，基本上分布在江汉平原海拔较高的边缘岗地和丘陵区。

江汉平原土壤整体空间分异规律，即由西到东呈现出明显的过渡特征。不同土壤类型斑块空间结构特征存在较大差异，并表现出一定的分异规律。就斑块面积和斑块数量而言，水稻土和潮土占绝对主导地位，二者占区域总面积的 82.1%，其他土壤类型共计占区域总面积的 9.86%。其中，红壤平均斑块面积较黄棕壤大，且红壤与黄棕壤相比，聚集程度较高;石灰土平均斑块面积最大，其次为水稻土和潮土，同时水稻土和潮土的聚集程度较高，而石灰土虽然聚集程度最高，但不如潮土和水稻土。因为石灰土斑块面积相对较大，而斑块数量极少，且主要在西北和西南两片区域，分布相对离散。

根据现场调查，管道沿线土壤类型以水稻土和潮土为主。

6.2 管道沿线生态敏感目标

新建管道线路较长，途经四川省、重庆市、湖北省 3 省，管线所经区域涉及生态敏感目标较多。根据《四川省生态环境分区管控方案》、《重

庆市生态保护规划》、《湖北省生态保护红线划定方案》、《湖北省“三线一单”生态环境分区管控方案》（鄂政发〔2020〕21 号）等资料，管线共涉及生态敏感目标 28 处。其中穿越 20 处，近距离 3 处。管道的生态敏感目标中，7 处自然保护区、2 处风景名胜区、3 处水产种质资源保护区、3 处湿地公园、5 处森林公园、8 处饮用水源保护区。具体见表 6.2-1。

表 6.2-1　管道穿越沿线生态敏感目标距离及方式

敏感区类型	名称	穿越长度（m）	地点	穿越方式
自然保护区	长江上游珍稀鱼类国家级自然保护区	800	四川省宜宾市	钻爆法
	小三峡自然保护区	9	重庆市合川区	钻爆法
	大口鲶县级自然保护区	300	重庆市合川区	钻爆法
	金刀峡自然保护区	917	重庆市北碚区	定向钻
	大风堡省级野生植物自然保护区	4006	重庆市石柱县	钻爆法
	长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区	1000	湖北省宜都市	新建盾构隧道穿越试验区
风景名胜区	重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区	3511	重庆市合川区	新建隧道钻爆法穿越
	甘井沟市级风景名胜区	1702	重庆市忠县	挖沟法穿越戚家河
	长寿湖风景名胜区	1903	重庆长寿区	
水产种质资源保护区	琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区	400	四川省遂宁市	定向钻
	嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	572	重庆市合川区	新建嘉陵江隧道钻爆法穿越
	清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区	150	湖北省宜都市	顶管法隧道穿越试验区水域
湿地公园	重庆市合川区三江湿地公园分区	355	重庆市合川区	定向钻
	枝江玛瑙河省级湿地公园	180	湖北省枝江市	定向钻
	环荆州古城国家湿地公园	313	湖北省荆州市	定向钻
森林公园	重庆市合川区九峰山森林公园	2673	重庆市合川区	新建云雾山隧道钻爆法穿越
	南天门森林公园	2450	重庆市北碚区	钻爆法
	重庆黄水国家森林公园	1850	重庆市石柱县	新建隧道钻爆法穿越
	清江国家森林公园	4162	湖北省长阳县	利用已建隧道穿越，小面积开挖
	巴东国家级森林公园	3000	湖北省巴东县	

6.2.1　长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区

1）　概况

2013 年 7 月 17 日，环境保护部以环函[2013]161 号《关于发布河北大海陀等 28 处国家级自然保护区面积、范围及功能区划的通知》对长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区进行了功能调整。调整后的长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区总面积 31713.8 公顷，其中核心区面积 10803.5 公顷，缓冲区面积 10561.2 公顷，实验区面积 10349.1 公顷，范围在东经 104° 24′ 51.34″ ～106° 24′ 19.19″，北纬 28° 38′ 6.96″ ～29° 20′ 40.92″之间。

保护区的长江干流范围从金沙江向家坝水电站坝中轴线下 1.8 千米处至重庆地维大桥。保护区的支流范围包括赤水河河源至赤水河河口、岷江月波至岷江河口、越溪河下游码头上至新房子、长宁河下游古河镇至江安县、南广河下游落角星至南广镇、永宁河下游渠坝至永宁河口、沱江下游胡市镇至沱江河口。

根据保护区功能区划分原则，结合长江上游实际情况，“长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区”划分为三大功能区，即核心区、缓冲区和实验区。核心区总长 349.25km，总面积 10803.48hm2，占保护区总面积的 32.57%；缓冲区总面积 15804hm2，占保护区总面积的 47.64%；实验区总面积 6566.11hm2，占保护区总面积的 19.79%。

保护区水域鱼类中属于长江上游特有鱼类的种类有 66 种，占了长江特有鱼类总数的 44.37%。此外，保护区内有湿生植物 24 属 33 种，藻类 6 门 53 属，浮游动物 51 属 87 种，底栖动物 40 属 50 种，以及大鲵、龟、中华鳖（两栖、爬行类），以及水獭等珍稀动物，具有丰富的物种多样性。

2） 保护对象

保护区主要保护对象是白鲟、达氏鲟、胭脂鱼等 70 种珍稀特有鱼类，以及大鲵和水獭及其生存的重要生境。

3） 与本工程的位置关系

新建管道以钻爆法穿越长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区 1730m。管线与其位置关系见图 6.1-13(1) ～6.1-13(2)。

4） 穿越段生态环境现状

保护区以亚热带常绿阔叶林为主，穿越区域附近有毛泡桐、樟、楤木、刺槐、野紫苏、接骨草、海金沙、芒等。



图 6.1-13(1)　管线与长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区位置关系图



图 6.1-13(2)　管线穿越长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区位置现场照片

6.1.8.2　小三峡自然保护区

1)　概况

小三峡自然保护区位于重庆市北碚区，西与合川相接，北与天府镇接壤，东、南与沙坪坝区毗邻，交通条件较为便利。地理坐标为东经 106°19′9″～106°28′23″，北纬 29°43′28″～29°55′46″之间保护区总面积 2847 公顷，其中:核心区面积 447.46 公顷，占总面积的 15.72%；缓冲区面积 551.92 公顷，占总面积的 19.39%；实验区面积 1847.62 公顷，占总面积的 64.9%。保护区共分为三大块，其中位于温塘峡背斜和观音峡-中梁中背斜的区域被嘉陵江分隔成四块。构成区域由西北向东南分别位于沥鼻峡、温塘峡和观音峡的两岸。

自然保护区地质构造属于川东褶皱带华蓥山帚状弧形构造。褶皱带在白垩纪末期第三纪初的冰川运动形成，由明显的北北东-南喃西走向的三个斜坡、两个向斜构成，构成单元由西北向东南分别为沥鼻峡背斜、温塘

峡背斜和观音峡-中梁中背斜构成，背斜之间有宽缓的澄江向斜和北碚向斜谷地，嘉陵江由西向北向东南横切三个背斜和两个向斜，因而形成三个险峻的峡谷，成为沥鼻峡、温塘峡和观音峡。峡谷两侧山高岩陡，峭拔幽深，形势险要，其雄奇瑰丽之势，犹如长江三峡的缩影，故素有“嘉陵江小三峡之称”。

根据实地调查记录、标本采集鉴定及参考历史资料，北碚小三峡自然保护区内有维管植物共计 189 科，806 属，1525 种，其中蕨类植物 31 科 61 属 108 种，裸子植物 9 科，20 属，32 种；被子植物种类数量最多，共计有 149 科，725 属，1385 种。重庆北碚小三峡县级自然保护区有珍稀濒危和国家重点保护植物 33 种，分属于 25 科 31 属，其中，蕨类植物有 1 科 1 属 1 种，裸子植物有 6 科 7 属 9 种，被子植物最多，有 18 科 24 属 23 种。据调查，保护区内分布有陆生野生脊椎动动物共计 236 种，隶属于 4 纲、24 目、72 科、165 属。其中两栖纲数量最少，仅 14 种，占保护区陆生脊椎动物总种数的 5.9%；爬行纲 23 种，占总种数的 9.7%，鸟纲物种数量最多，达 165 种，占总种数的 70%，哺乳纲 34 种，占总种数的 14.4%。有国家Ⅱ级重点保护动物 16 种，重庆市市级重点保护动物 30 种，中国特有动物 16 种，“三有动物” 159 种，极危 1 种，濒危种 2 种。

2） 保护对象

重庆北碚小三峡县级自然保护区的主要保护对象为：（1）中亚热带水源区常绿阔叶林生态系统；（2）重庆市嘉陵江水系的重要水源涵养地；（3）重点保护野生动植物：（4）中亚热带森林生态系统所具有的生物多样性。评价区域内有国家Ⅱ级保护动物 5 种，包括黑鸢、普通鵟、红隼、红腹锦鸡和画眉；有重庆市重点保护野生动物 3 种，灰胸竹鸡、噪鹃和四声杜鹃。

3） 与本工程的位置关系

本工程干线管道工程穿越小三峡县级自然保护区实验区，涉及天然气管线长 825 m，其中以隧道(云雾山 3#隧道一部分)形式穿越长度 688 m（隧道进口位于保护区之外，隧道出口位于保护区内），地面敷设长度 137 m；工程占用保护区实验区地表面积 0.33 hm^2，均为临时用地，其中

林地面积 0.32 hm²，建设用地面积 0.01 hm²。隧道穿越区域距离重庆北碚小三峡县级自然保护区缓冲区最近距离为 0.26 km，距离保护区核心区最近距离为 0.66 km。管线与其位置关系见图 6.1-14(1) ～6.1-14(2)。

4） 穿越段生态环境现状

穿越区保护区以亚热带常绿阔叶林为主，穿越段附近有葛、川桂、栾树、白茅、空心莲子草等。

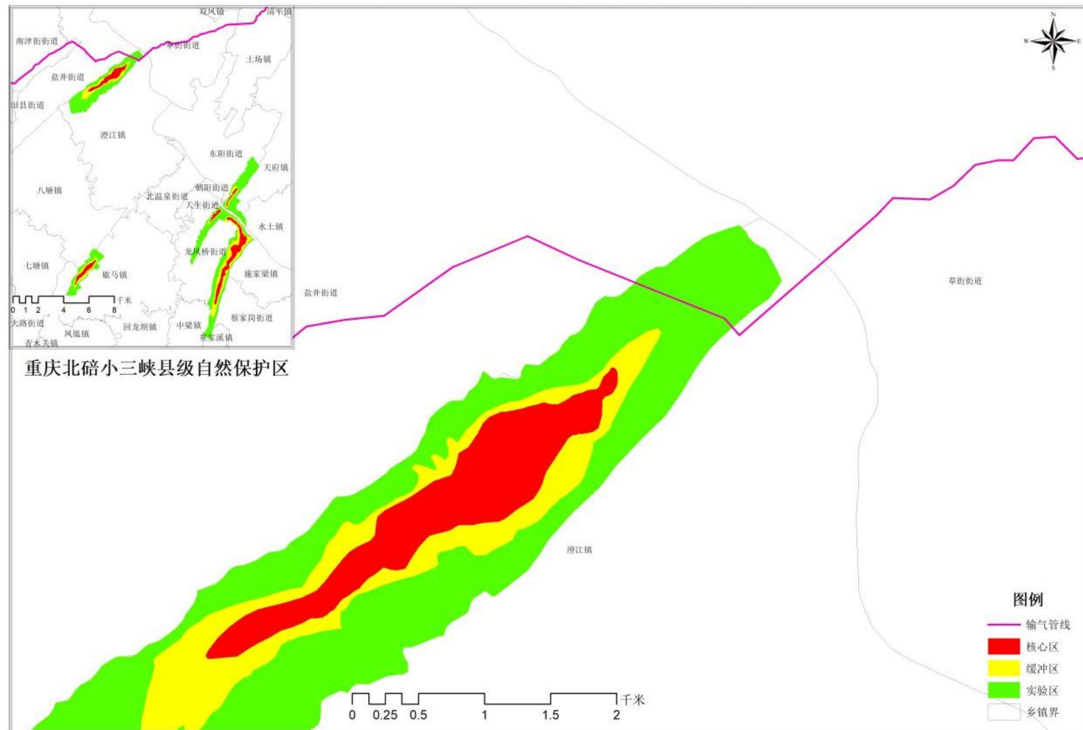


图 6.1-14(1)　管线与小三峡自然保护区位置关系图



图 6.1-14(2)　管线穿越小三峡自然保护区位置现场照片

6.1.8.3 大口鲶县级自然保护区

1） 概况

合川大口鲶县级自然保护区位于嘉陵江下游，四川盆地东部，重庆主城区北部，属重庆市合川区管辖。1999 年 10 月 15 日，重庆市合川区人民政府以合川府发〔1999〕119 号文件（《合川区人民政府关于设立大口鲶原种保存保护区的通知》）批准同意设立了合川区大口鲶自然保护区。

合川大口鲶县级自然保护区位于嘉陵江重庆市合川区境内的利泽镇至草街航电枢纽之间，地跨东经 106° 13′ 28″～106° 23′ 19″，北纬 29° 54′ 27″～30° 9′ 11″之间。保护区通过合川区利泽镇、泥溪镇、云门镇、合川城区、盐井镇、草街镇等乡镇，具体范围包括嘉陵江合川段利泽镇至草街航电枢纽之间的干流江段及其支流涪江、渠江的河口区。保护区总面积 2046.98 公顷，其中核心区面积 887.73 公顷，实验区面积 1159.25 公顷，未划定缓冲区。该保护区主要保护对象为南方大口鲶以及嘉陵江其它的重要经济、特有鱼类的种质资源。

在划定的核心区内，根据南方大口鲶的生活、繁殖等习性，以及保护区的实际情况，设定特别保护期和一般保护期。特别保护期为每年的 3 月 1 日～6 月 30 日。需对南方大口鲶的繁殖期、幼鱼生长期等生长繁育关键阶段等加以重点保护。在特别保护期内，未经重庆市渔业行政主管部门的批准，不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。一般保护期为特别保护期以外的时段。特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。

实验区主要保护南方大口鲶及其它重要经济鱼类的肥育场和越冬场。在此保护区域内，可在重庆市渔业行政主管部门的统一规划和指导下，有计划地开展以恢复资源和修复水域生态环境为主要目的的水生生物资源增殖、科学研究和适度开发活动。

2） 保护对象

合川大口鲶自然保护区的主要保护对象是野生大口鲶及其生境，其他保护物种包括中华倒刺鲃、厚颌鲂、大鳍鳠、白甲鱼、黄颡鱼、华鲮等重要经济特有鱼类种质资源。

3） 与本工程的位置关系

本工程以钻爆法管线穿越合川大口鲶自然保护区约300m，管线与合川大口鲶县级自然保护区的位置关系详见图6.1-15(1)～6.1-15(2)。工程在嘉陵江穿越采用钻爆隧道方式。隧道纵断面形式采用“斜巷+平巷+斜巷”，斜巷倾角为25度。隧道长度为1350m。

4） 穿越段生态环境现状

保护区以亚热带常绿阔叶林为主，穿越段附近有葛、川桂、栾树、白茅、空心莲子草等。

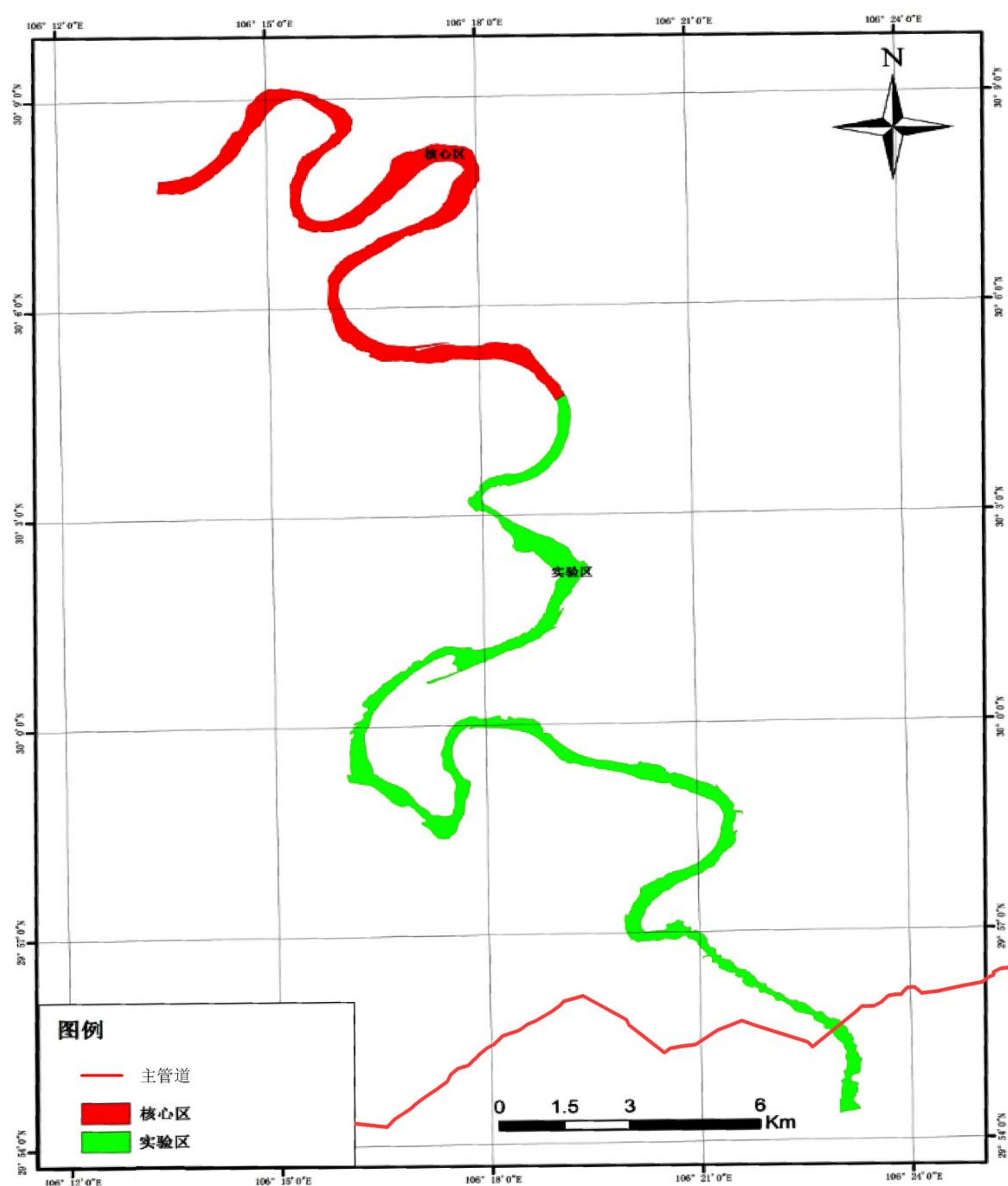


图6.1-15(1) 管线与合川大口鲶县级自然保护区位置关系图



图 6.1-15(3)　管线穿越合川大口鲶县级自然保护区位置现场照片

6.1.8.4　金刀峡自然保护区

1）　概况

重庆北碚金刀峡自然保护区在大地构造上属四川台向斜川东褶皱带，由 20 余条平行雁行排列的隔档式构造组成,其中以华鉴山、铜锣峡、明月峡、方斗山等线型高背斜为主体，背斜狭窄，向斜宽阔,整个褶皱带沿 NE30° 方向展布，形成条带状的地质构造。华鉴山地区自侏罗纪末隆起延续到现在，是一块中生代到新生代的继承性隆起区。第四纪以来，受新构造运动的影响继续抬升，抬升的幅度和速度是东北部强而西南部弱。华鉴山断裂带是一条切割深规模大的基底断裂带，断裂构造发育，由一系列断层组成，其特点是断裂部位常与褶轴相伴随，总体走向 NE30° ，次断层发育。

金刀峡发育于华鉴山东麓，川东平行岭谷地貌顺应地质构造发育，背斜形成狭窄山地，向斜形成宽阔的丘陵谷地，总体呈北东向平行排列的岭谷地貌。金刀峡最高峰海拔 900m，最低处海拔 350m，为中低山，山地坡度大，河流切割较深，流水侵蚀作用明显。保护区属长江水系，境内主要以地表径流为主，地表径流在沟壑间形成小溪，逐渐汇入黑水滩河、嘉陵江及长江。

保护区具亚热带季风湿润性气候特征，年平均气温 17.3℃，最热月（8 月）平均气温 27.5℃，最冷月（1 月）平均气温 6.5℃，极端高温 36.2℃，极端低温-4.6℃，≥10℃年积温为 4272.4℃；相对湿度年平均 87%；年均降水 1611.8mm，最高年降水量 1783.8mm，冬半年（10～3 月）降水量 368.0mm，占全年的 22.8%，夏半年（4～9 月）降水量达 1243.8mm，占全年的 77.2%；年均蒸发量 777.1mm，月平均 64.7mm，7、8 月蒸发量共 255.4mm，占全年的 32.8%；雾日数年平均 89.8d，年平均日照时数低于 1293h。

根据实地调查记录、标本采集鉴定及参考历史资料，重庆北碚金刀峡县级自然保护区内共有维管植物 183 科，704 属，1263 种。其中蕨类植物 26 科 44 属 71 种，裸子植物 9 科，18 属，30 种；被子植物种类数量最多，共计有 148 科，642 属，1162 种。重庆金刀峡县级自然保护区有国家重点保护植物 12 种，其中国家 I 级重点保护植物 2 种；国家 II 级重点保护植物 10 种。调查了解到该保护区有野猪、松鼠、山羊、蝙蝠、珠颈斑鸠、白鹭、雀鹰、红嘴蓝鹊、白头鹎、领雀嘴鹎、白颊噪鹛、中华大蟾蜍、绿臭蛙等动物。

2) 保护对象

（1）中亚热带水源区常绿阔叶林生态系统；

（2）重庆市嘉陵江水系的重要水源涵养地；

（3）重点保护野生动植物：重点保护野生植物如植物南方红豆杉、伯乐树、楠木等；重点保护野生动物如小灵猫、鸢、雀鹰、普通鵟、红隼、短耳鸮、鵰鸮、鹰鸮、领角鸮、红角鸮和斑头鸺鹠；

（4）中亚热带森林生态系统所具有的生物多样性。

3） 与本工程的位置关系

本工程干线管道工程以中梁山 2#隧道的形式穿越金刀峡县级自然保护区实验区，隧道穿越区长度约 1030 m，隧道进出口均位于保护区之外，工程未占用保护区地表植被，对保护区珍稀濒危及重点保护物种影响轻微。隧道穿越区域距离重庆北碚金刀峡县级自然保护区缓冲区最近距离为 2.8 km，距离保护区核心区最近距离为 5 km。工程在保护区内不设置输气管、设备、材料存放场地及施工营地等临时用地。管线与其位置关系见图 6.1-16(1)-6.1-16(2)。

4） 穿越段生态环境现状

保护区以亚热带常绿阔叶森林植物为主，穿越区主要植物有柏树、油桐、棕榈、火棘、牡荆、大青冈藤、喜阴悬钩子、软条七蔷薇、马桑、毛葶莓、蛇葡萄、野蔷薇、乌蔹莓、千里光、蝴蝶花、芒、海金沙、金荞麦、木贼、黄花蒿、茜草、巴东过路黄、凹叶景天、序叶苎麻、棕叶狗尾草等。

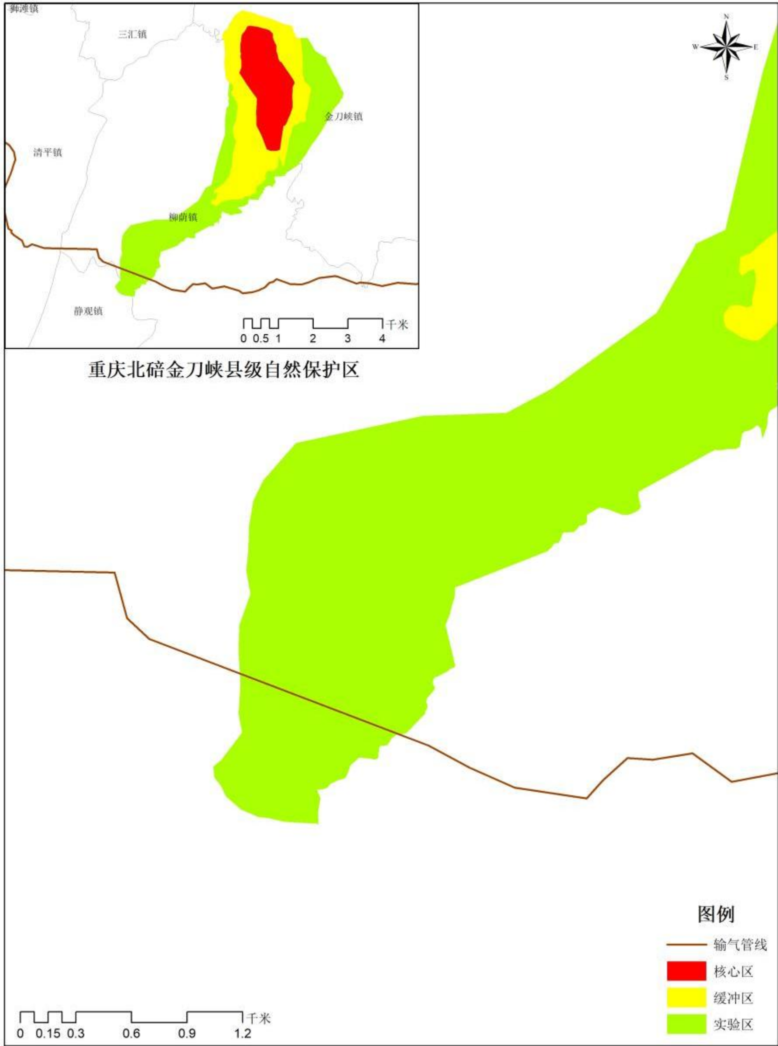


图 6.1-16(1)　管线与金刀峡自然保护区位置关系图



图 6.1-16(2)　管线穿越金刀峡自然保护区位置现场照片

6.1.8.5　大风堡省级野生植物自然保护区

1）　概况

重庆大风堡市级自然保护区位于重庆市石柱土家族自治县东北部，为三峡水库腹地，距长江 30 公里。保护区地理坐标为东经 108° 16′ 29″～108° 30′ 51″，北纬 30° 05′ 01″～30° 17′ 59″。

保护区范围涉及枫木镇、黄水镇、冷水镇、桥头镇、三益乡、沙子镇、悦崃镇、中益乡等 8 个乡镇以及石柱县国有林场，总面积 22250.77 公顷，其中核心区 6959.03 公顷，占保护区总面积的 31.28%；缓冲区 5741.89 公顷，占保护区总面积的 25.817%；实验区 9549.85 公顷，占保护区总面积的 42.92%。

保护区地质构造属于新华夏构造体系。在区域性地质构造上，位于湘黔隆起带西翼向，四川中台坳下降斜坡的川东南褶皱带。褶皱多呈箱状，少数为梳状或穹状，呈雁行排列。保护区地势南北高，东西低，山岭连绵，峰峦叠嶂。保护区核心地带大风堡是石柱县的最高峰，海拔 1934 米；最

低处龙家坝一带海拔仅 900 米，相对高差 1034 米。其余各地则主要为低山或丘陵。

保护区地处中亚热带湿润季风气候区，全年气候温和，四季分明，热量丰富，雨量充沛，无酷暑，少日照，有霜雪，有寒潮，全年光、热、水同季，灾害性气候频繁。全年风向随季节变化明显，一年中除 5、6 月多西南风外，其余各月盛行偏东风。大风堡等处海拔较高，常年风速都较大，平均风速为 3.4～10.7 米/秒。

大风堡自然保护区范围内有维管束植物有 189 科 911 属 2170 种，其中蕨类植物有 35 科、80 属、211 种，裸子植物有 8 科、16 属、24 种，被子植物有 146 科、815 属、1935 种。保护区内有陆生野生脊椎动物 197 种，隶属 4 纲 25 目 61 科 151 属，其中哺乳纲 8 目 18 科 42 属 47 种，鸟纲 12 目 30 科 81 属 116 种，爬行纲 3 目 6 科 16 属 20 种，两栖纲 2 目 7 科 12 属 14 种。该保护区有松鼠、野猪、石龙子、蛇、蟾蜍、黑斑侧褶蛙、画眉、噪鹛、麻雀、灰鹡鸰等动物。

2） 保护对象

大风堡自然保护区是武陵地区极为珍贵的一片原始森林，植物区系古老，古老孑遗植物丰富，如银杏、珙桐、红豆杉、南方红豆杉、黄杉、水杉等，许多上百年的树种分布其间，如石砾、水杉、杜鹃、楠木等。保护区内分布有近 1000 种人工栽培植物的祖先或近缘种，如大野豆、红豆杉、银杏的野生种源、野樱桃等。受保护的珍稀濒危植物达 40 种，其中 I 级保护植物 8 种，II 级保护植物 6 种，III 级保护植物 6 种，是重庆保护植物 105 种的 38.1%。保护区内还有许多中亚热带典型的地带性植被类型，针叶林主要以松科的马尾松为建群种，针阔混交林主要由水杉、杉木、柳杉及香樟和壳斗科的栎类构成，阔叶林以桦木科、山茶科和槭科等为优势种。

3） 与本工程位置关系

管线涉及重庆市大风堡市级自然保护区实验区，距离保护区缓冲区最近距离为 480 米，距离核心区最近距离为 600 米，位于重庆市石柱县黄水镇七龙社区和枫木镇吕坪村。涉及自然保护区长度为 4.795 公里，包括地

下穿越长度 4.542 公里和地面敷设长度 0.253 公里。管线与其位置关系见图 6.1-17(1)～6.1-17(3)。

4） 穿越段生态环境现状

穿越区沿路的针阔混交林包括亮叶桦、马尾松和柳杉等，以及火棘、兴山柳、半边月、大叶杨、刺槐、喜荫悬钩子等灌丛，还有林下植物芒、黄花蒿、金星蕨、蕨、野草莓、白车轴草、矮桃、蟹甲草、香青、婆婆针、荩草、车前草、灯心草、水蓼、似牛筋草、鸡肫梅花草、獐牙菜等。

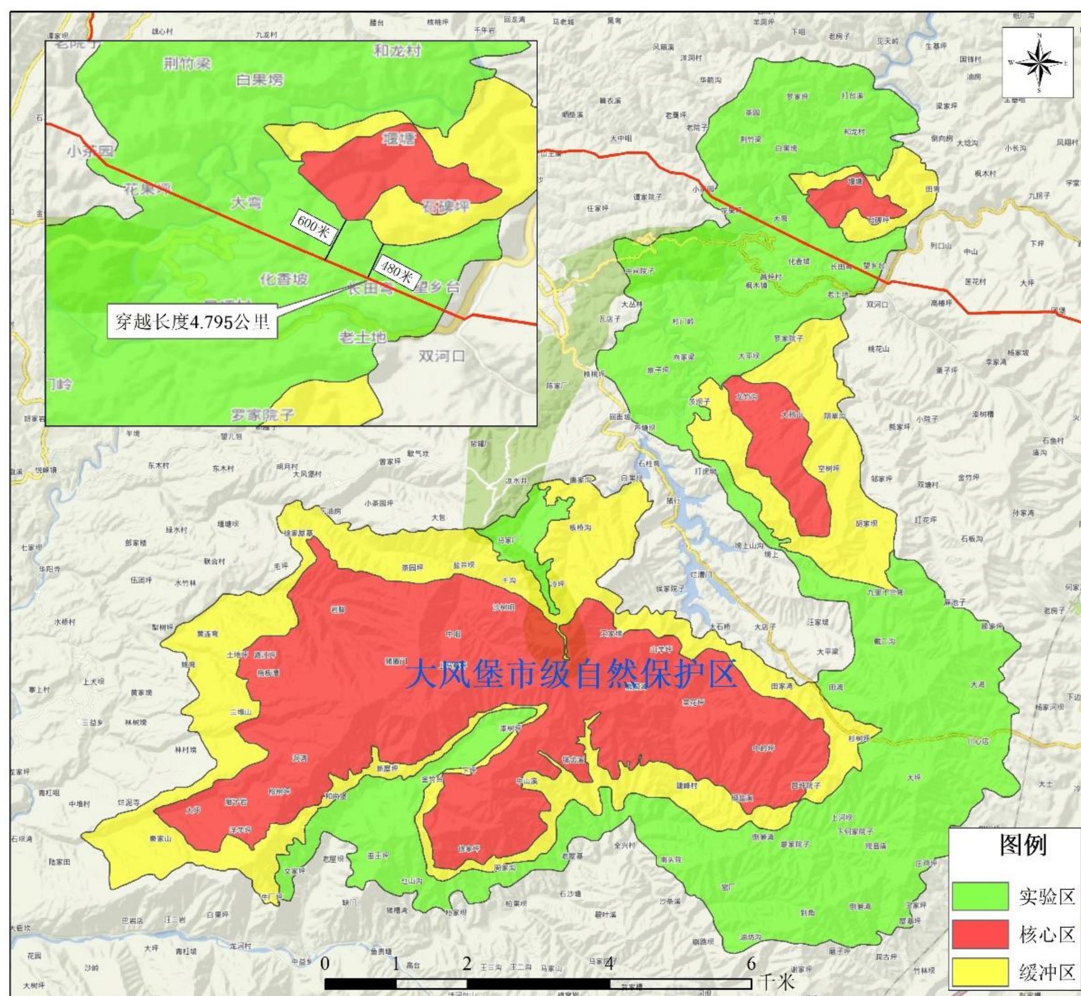


图 6.1-17(1) 管线与大风堡自然保护区位置关系图



图 6.1-17(2)　管线穿越大风堡自然保护区位置现场照片



图 6.1-17(3)　管线穿越大风堡自然保护区位置现场照片

6.1.8.6　长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区

1)　概况

长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区范围为葛洲坝至杨家溪江段，全长 60 公里。核心区长 24 公里，面积约 2265.62 公顷，保护区地理位置位于上游起点（右岸：111° 15.784′ E，30° 44.468′ N；左岸 111° 16.743′ E，30° 44.147′ N）至下游终点（右岸：111° 29.782′ E，30° 20.415′ N；左岸 111° 30.668′，30° 20.213′ N）之间。

核心区分为两部分，上核心区为多年平均水位(2006-2016)以下的葛洲坝至宜昌长江公路大桥，下核心区为多年平均水位(2006-2016)以下的梅子溪左岸长 4000m、宽 500m 的水域，以上核心区长度为 24km，面积为 2265.62hm^2。

缓冲区分为两部分，上缓冲区为多年平均水位(2006-2016)以下的宜昌长江公路大桥至宜都孙家溪江段，长度为 3.5km，下缓冲区为多年平均水位(2006-2016)以下的枝江白洋镇至枝城杨家溪江段(不包括梅子溪左岸长 4000 m、宽 500 m 的水域)长度为 10.5 km，以上缓冲区长度为 14 km，总面积为 1131.61 hm^2。实验区分为三部分，第一部分为十年一遇洪水位以下的宜都孙家溪至白洋镇江段，长度为 22 km，面积 2721.63hm^2，第二部分为核心区和缓冲区江段两岸的多年平均水位(2006-2016)至十年一遇洪水位之间的消落区(包括胭脂坝 1985 黄海高程 39.98 m 以上区域)，面积 547.74 hm^2，第三部分为公务执法与公益服务类码头、三峡客运中心码头、临江坪锚地以及原实验区和原非保护区内的合法企业码头，面积 69.32 hm^2，以上实验区长度 22 km、总面积 3338.65 hm^2。保护区终点至罗家河 20km 江段作为保护区外围保护地带。

该自然保护区属中亚热带和北亚热带的交汇地带。该地有雨热同季的良好的气候条件，年平均降雨量 996.9～1414mm，年均气温 13℃～18℃，年总积温 3927.6℃～5727.7℃，无霜期为 200～307d，年日照时数 1590～1925.8h，年辐射总量 100.66kcal/cm，年均水温 17.9℃。

保护区内特殊的地质、地貌、气候和自然生态环境的差异，河流生态系统呈现出急缓不一、滩沱相间等生境多样性，孕育了丰富多彩的水生生

物，包括多种国家重点保护的水生动物、省级重点保护珍稀鱼类和 20 多种重要的经济鱼类。保护区有鱼类 112 种，分属 11 目 23 科 74 属，其中鲤形目有 51 属 74 种或亚种，其余为鲇形目、鲈形目、鲟形目、鲱形目、鳉形目、合鳃目、颌针鱼目、鲑形目、鳗鲡目。此外，保护区内环发现有有江豚和大鲵栖息。

2） 保护对象

长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区属野生生物类中的野生动物类型自然保护区，主要保护对象是国家一级重点保护动物中华鲟繁殖体及其产卵场和产前栖息地；国家重点保护鱼类白鲟、长江鲟、胭脂鱼及“四大家鱼”等重要经济鱼类的产卵场和栖息地；长江江豚、大鲵等个体；此外在保护区水域还栖息有国家级保护动物包括：圆口铜鱼和长薄鳅等。

3） 与本工程的位置关系

本工程采取盾构隧道的方式穿越长江湖北宜昌中华鲟自然保护区，穿越水面宽度约 1120m，盾构隧道穿越直线距离全长约 1.4km，穿越长江河床（常水位条件下）段长约 1.1km。管线与其位置关系如下图 6.1-18(1)～5.1-18(2)。

4） 穿越段生态环境现状

穿越段附近有构树、杨树、蓖麻 狗尾草、葎草、牵牛、牛筋草、莎草、白茅、芒、小飞蓬、两型豆、垂序商陆、苘麻、狗牙根、赤小豆、鸭跖草、藜、沟酸浆、龙葵、野莴苣、光头稗等。

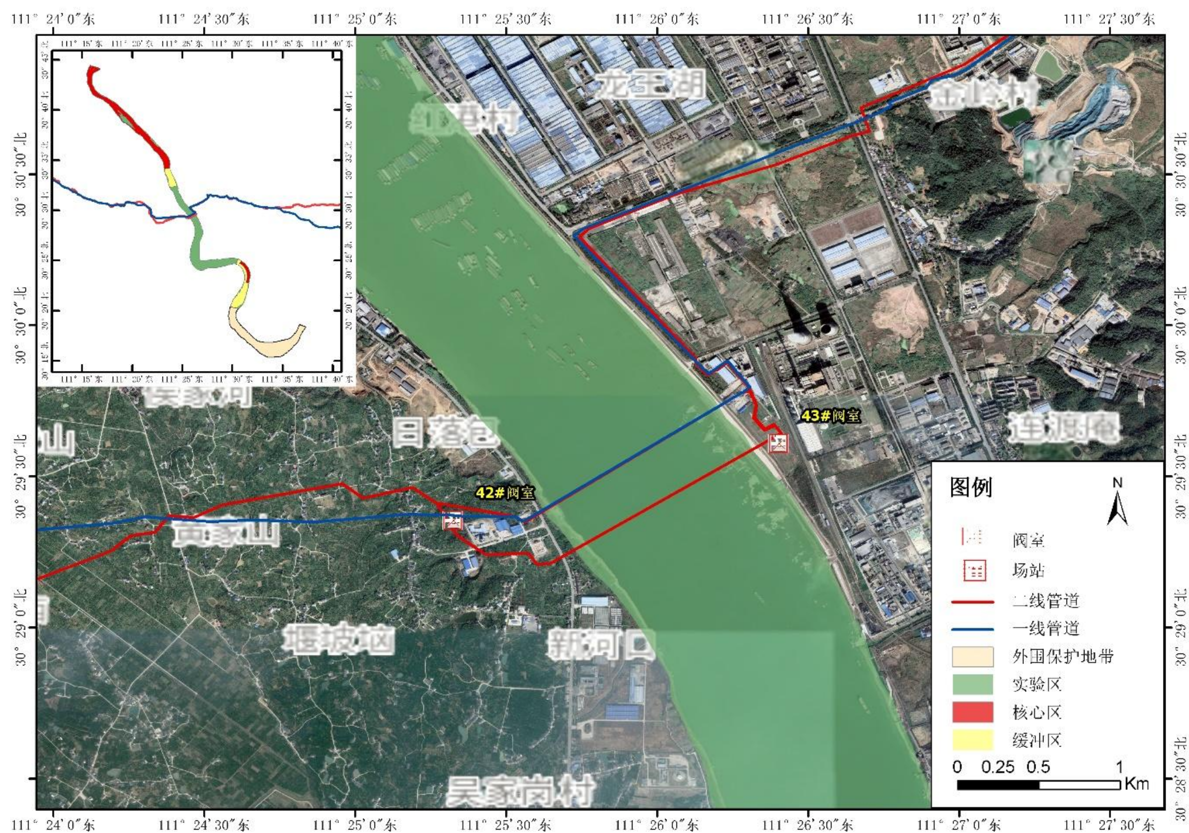


图 6.1-18(1) 管线与长江湖北宜昌中华鲟自然保护区的位置关系图



图 6.1-18(2) 管线穿越长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区位置现场照片

6.1.8.7　长寿湖风景名胜区

1）　概况

被誉为“西南内海”之称的长寿湖是西南地区最大的人工湖泊，该风景名胜区介于北纬 29.54°～30.50°、东经 107.19°～107.25°之间，位于主城区东北方向，长寿区、垫江县和涪陵区交界处；距离重庆主城区 85 公里，距离长寿区政府所在地凤城镇 28 公里。临近渝涪高速公路，距涪陵约 70 公里。长寿湖风景名胜区在行政区划上分别跨长寿区长寿湖镇、龙河镇、石堰镇、云集镇和垫江县三溪镇、坪山镇、白家镇。

长寿湖风景名胜区属于中亚热带湿润气候区，气候湿润，雨量充沛，由河流型生态系统演变为湖泊型生态系统，形成了独特的局部气候，主要表现为水体和地形热源效应、谷地效应、冷暖效应和缓冲效应。

长寿湖是龙溪河梯级发电的调节水库。龙溪河分别发源于梁平县境内的东明月山和铁凤山，两个源头会合后，流经垫江县境后在高洞与发源于忠县的沙河合流后始名为龙溪河，流经长寿区十多个镇区后，在长寿区凤城镇注入长江。

该风景名胜区以亚热带常绿阔叶林和针叶林为主，包括水杉、银杏、香樟等树种在内。林地面积 87.78 平方公里，林地覆盖率 36.32%。风景名胜区气候适宜，为各种动物的繁衍提供了较为理想的场所。动物主要以亲水动物为主，数目种类繁多。据鸟类保护部门统计风景名胜区内共有各种鸟类 33 属、42 种，其中水禽有 28 种，数量达到 15600 余只。湖区有四种国家二级保护动物：绿头鸭、凤头鸭、斑嘴鸭、秋莎鸭等四种，此外还有天鹅、野鸳鸯等珍稀鸟类。

2）与本工程的位置关系

涉及长寿湖风景名胜区长度为 1.903 公里，建设内容均为输气管道（支线）。管线与长寿湖风景名胜区的位置关系示意详见图 6.1-19(1)～6.1-19(2)。

3）穿越段生态环境现状

穿越段内有常绿落叶阔叶混交林和针叶阔叶混交林，木本植物有枫杨、枫杨、香樟、构树、竹叶花椒等，草本植物有木贼、荩草、牛膝、白苞蒿等。

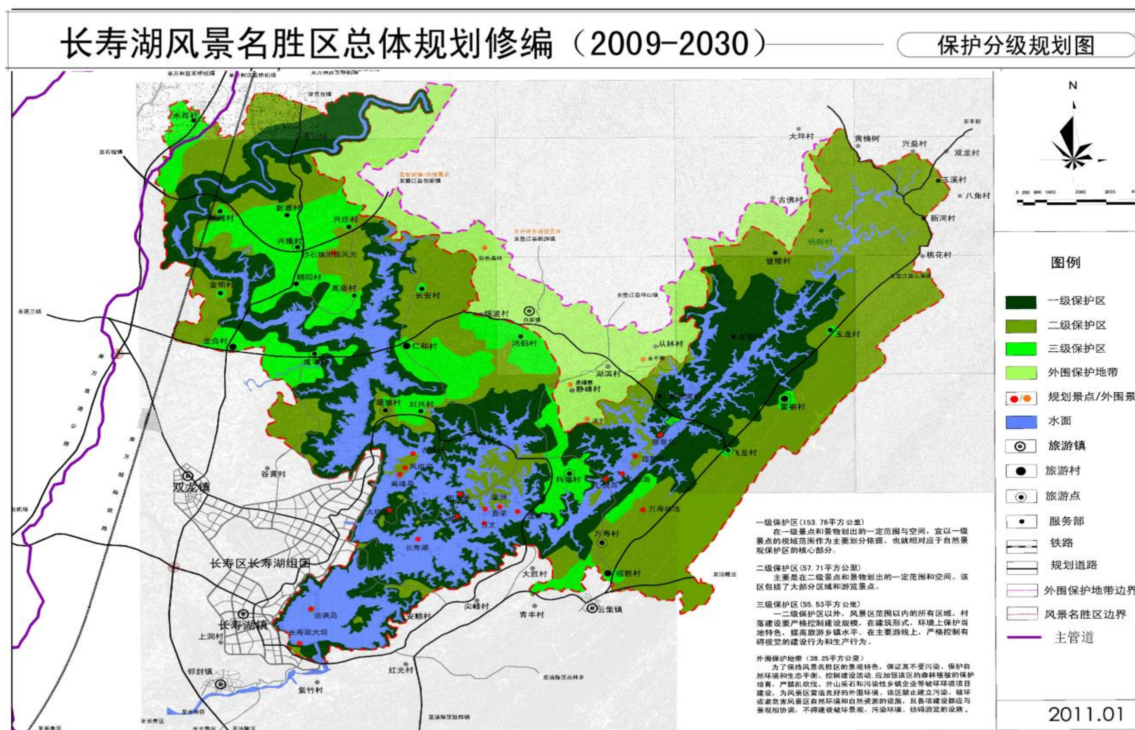


图 6.1-19(1)　管线与长寿湖风景名胜区位置关系图



图 6.1-19(2)　管线穿越长寿湖风景名胜区位置现场照片

6.1.8.8 重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区

1） 概况

缙云山国家级风景名胜区整体呈南北狭长条状，包含在北碚区、合川区内。风景名胜区总面积为 125.18km^2 ，外围保护地带 5.08km^2 。以缙云山的奇峰耸翠、苍茫林海，钓鱼城的古战场历史遗迹和嘉陵江小三峡秀美的自然风光为景观特色，以旅游观光、科考研究、避暑休闲和历史遗存展示为主要功能的综合型国家级风景名胜区。风景区的景源特色可概括为四个字："古、幽、险、雄。"缙云山拥有国家级的自然保护区，保护区内聚集了维管束植物（不含苔藓）198 科、766 属、1422 种，其中蕨类植物裸子植物 7 科、14 属、18 种；被子植物 153 科、678 属、1263 种。成为西南地区乃至中国重要的亚热带常绿阔叶林植物宝库，为研究自然生态植物演变提供了极佳的科学研究基地。

缙云山节肢动物门共有 2 纲 20 目 147 科，1264 种。其中昆虫纲有 17 目 119 科 1071 种，蛛形纲共 3 目 28 科 193 种。缙云山现有陆生野生脊椎动物共 4 纲 21 目 51 科（另有 2 个亚科）189 种。其中两栖纲的 1 目 3 科 8 种；爬行纲 2 目 6 科 21 种；鸟纲的 12 目 30 科（另有 2 个亚科）134 种；哺乳纲的 6 目 12 科 26 种。其中国家重点保护动物小灵猫、秃鹳、红隼等 11 种。

2） 与本工程的位置关系

本工程穿越缙云山国家级风景名胜区的总长度为 3.8km，其中 2.1km 在合川区，1.7km 在北碚区，管线与该风景名胜区的位置关系详见图 6.1-20(1) ～6.1-20(2)。

3） 穿越段生态环境现状

风景名胜区以亚热带常绿阔叶林为主，穿越段有旱莲木、悬钩子、构树等乔木，海金沙、鸭跖草、千里光等草本植物。

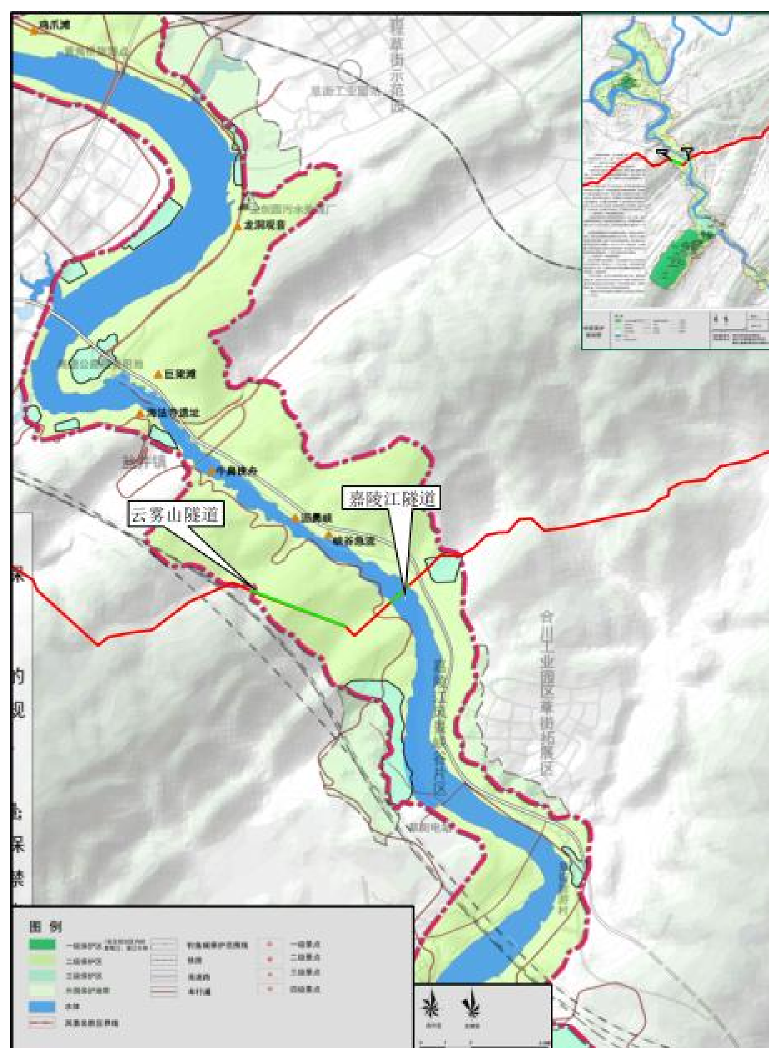


图 6.1-20(1)　管线与重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区的位置关系图



图 6.1-20(2)　管线穿越重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区的位置现场照片

6.1.8.9　甘井沟市级风景名胜区

1)　概况

甘井沟风景名胜区位于长江北岸，紧邻忠县县城，风景名胜区面积65.3平方公里。风景区被忠县县城和长江分为南北两部分。其长江北岸部分，西至铁山寺，北以天池、巴营林场界为风景区界，南以乡村公路为界，巴营林场段南至县城规划区界，东以甘井湖以上分水岭为界，其面积62.3平方公里；其长江南岸部分，范围以《翠屏山规划》确定的边界为界，即北至长江，西至神溪河，东南至张家山、冉家湾文峰塔、三台寺，但不含东溪镇镇区范围，其面积2.9平方公里。

甘井沟风景区属于亚热带湿润气候，具有显著的季风气候特点和区域性山地气候特点。其主要特点是温热凉寒明显，四季分明；降水充沛，且夏多冬少；日照充足，且夏丰冬欠。气候垂直差异较大，多年年均气温为18.1℃，年平均气温最高值为18.7℃，最低值为17.5℃，最高气温39度，最低气温3.8度。

甘井沟风景区地处亚热带,在植被区划上属亚热常绿阔叶林地带盆东岭谷植被亚区。自然环境较为复杂，水热条件充沛，在地质、地形、土壤、气候、生物等因素的综合作用下，为植物生长提供了有利条件。据调查显示，其乔木、灌木有71科，260种。主要乔木树种有以松科、柏科、杉科为主的针叶林，以壳斗科类（白栎、麻栎）为主的阔叶林，分布较集中成片。小块的化香树常与柏木、栎类混生。白夹竹集中成片分布在山区，慈竹在居民点周围和沿溪河两岸，以小块分布最为常见。经济林以桑树、柑桔、油桐为主。草本、藤本植物计有450余种，以禾本科、菊科、十字花科、百合科植物最为常见。野生植物中，现有国家重点保护野生植物：水杉、银杏、南方红豆杉、鹅掌楸、核桃、杜仲、金荞麦、香樟、喜树、中华猕猴桃、绞股蓝等。

忠县甘井沟风景区栖息多种野生动物群落，50年代初期，忠县山区还有金钱豹、龟纹豹（云豹）、红春豹、狸豹、狍子、林麝、黄猺、黄羊、狼、飞鼠、竹鼠、松狼等动物，随着森林遭到破坏，现已绝迹。濒临绝迹的有猪獾、大灵猫（九节狸）、豪猪、毛冠鹿（青鹿）、马豹（雪豹）等；

常见的有黄鼬、花面狸、麂子、野兔、香狸（箭猪）、狐、黄鹿、猸子、松鼠、水獭、野猪、蛇、蝙蝠等。常见的鸟类有麻雀、山麻雀、喜鹊、寒鸦、白颈鸦、大嘴乌鸦、红嘴蓝鹊（山咋子）、竹鸡、雉鸡、红腹锦鸡、白腹锦鸡、秧鸡、董鸡、秃鹰、雀鹰、猫头鹰、啄木鸟、白鹭、凫、绿头野鸡、黄鸭、鹳、家燕、灰沙燕、戴胜、翠鸟、小云雀、棕背白劳、红尾白劳、大山雀、珠颈斑鸠、山斑鸠、砂斑鸠、大杜鹃、四声杜鹃、鹰鹃、黄鹂、卷尾、金画眉等。

2) 与本工程的位置关系

本工程干线管道工程穿越甘井沟风景名胜区二级保护区，涉及管线长度 2.15 千米，占用风景区地表面积 5.16 公顷，均为临时用地，其中林地面积 1.2246 公顷，耕地面积 3.78 公顷，水域面积 0.12 公顷，建设用地面积 0.036 公顷。工程距离忠县甘井沟风景名胜区一级保护区最近距离为 16.4 km，距离风景名胜区特级保护区最近距离为 15.7 km。工程在风景名胜区内不设置输气管、设备、材料存放场地及施工营地等临时用地。管线与该风景名胜区的位置关系详见图 6.1-21(1)～6.1-21(2)。

3) 穿越段生态环境现状

穿越区有刺槐、柳杉、喜阴悬钩子、黄花蒿、芒、婆婆针、灯心草等。

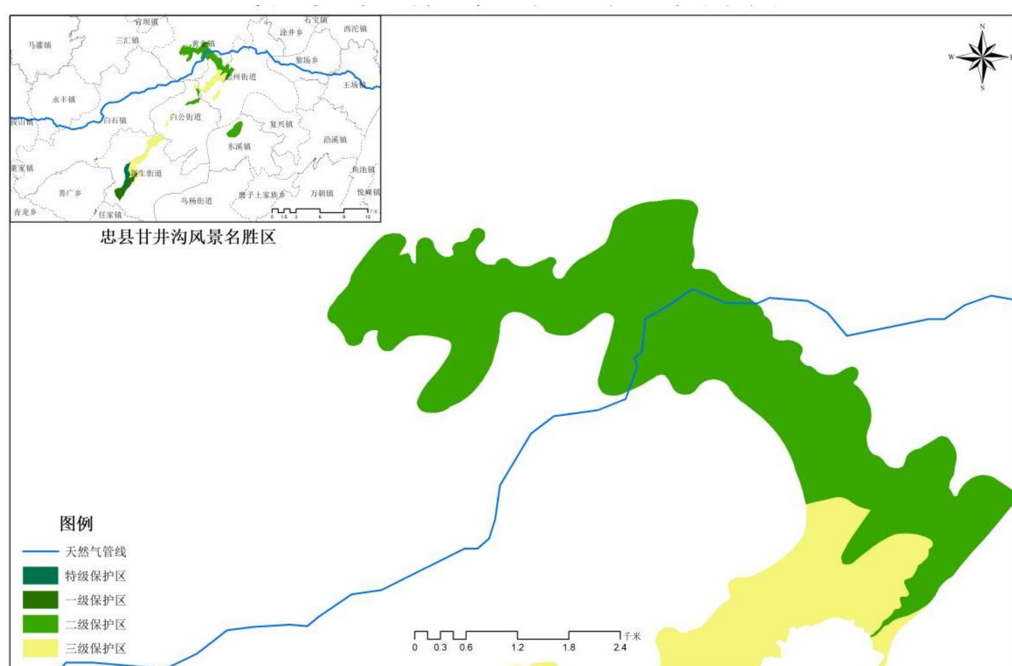


图 6.1-21(1)　管线与甘井沟市级风景名胜区的位置关系图



图 6.1-21(2)　管线穿越甘井沟市级风景名胜区的位置现场照片

6.1.8.10　琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区

1)　概况

琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区于 2009 年 12 月 21 日由四川省人民政府以“川府函〔2009〕289 号”批准建立。保护区总面积 540 公顷，其中核心区面积 410 公顷，实验区面积 130 公顷。核心区特别保护期为全年。保护区位于遂宁市安居区境内，范围在东经 105° 0′ ～106° 03′，北纬 29° 42′ ～30° 32′ 之间，包括琼江流经的白马镇毗庐寺村上马井-安居镇凤凰大桥-三家镇三家大桥-大安乡明星村半边河，全长 72km。其中白马镇毗庐寺村上马井-安居镇凤凰大桥（核心区第一段）和三家镇三家大桥-大安乡明星村半边河（核心区第二段）为核心区，长 55km；安居镇凤凰大桥-三家镇三家大桥为实验区，长 17km。保护区内底栖动物有四大类，共有 17 种，以水生昆虫占绝大多数。其余为环节动物，甲壳动物常见为罗卜螺和水蚯蚓，生物量为 328 个/m^2和 2.58g/m^2。保护区有鱼类 39 种，鲤形目为主要种群，其余为鲶形目，鲈形目，合鳃目。其中，鲤科种类最多，其余各科的种类较少。

2)　保护对象

主要保护对象为翘嘴红鲌、蒙古红鲌、乌鳢、黄颡鱼，其它保护物种包括南方大口鲶、鳜鱼、鲤、鲫、鲢等。

3) 与本工程的位置关系

新建管道定向钻穿越该水产种质资源保护区距离为500m。管线与其位置关系见图6.1-22(1)～6.1-22(3)。

4)穿越段生态环境现状

穿越区以亚热带常绿阔叶林为主，有构树、乌桕、香椿、瓜木、慈竹、金星蕨、空心莲子草等植物。



图6.1-22(1) 管线与琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区位置关系图



图6.1-22（2）管线与琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区位置关系图

6.1.8.11 嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区

1） 概况

嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区总面积 2788.6 公顷，其中核心区面积 933.0 公顷，实验区面积 1855.6 公顷。特别保护期为每年的 2 月 1 日～6 月 30 日。保护区位于嘉陵江重庆市合川区境内，保护区河流总长度 63.3 千米，范围在东经 106° 13′ 28″～106° 23′ 19″，北纬 29° 54′ 27″～30° 9′ 11″之间。核心区位于利泽镇至云门镇之间的嘉陵江干流江段，全长 25.1 千米，是由以下 6 个拐点沿河道方向顺次连线围成的水域：利泽左岸(106° 13′ 29″E，30° 7′ 53″N)～利泽右岸(106° 13′ 28″E，30° 7′ 41″N)～西游江边(106° 15′ 5″E，30° 9′ 11″N)～泥溪江边左岸(106° 17′ 58″E，30° 8′ 16″N)～云门大桥左(106° 19′ 15″E，30° 4′ 45″N)～云门大桥右(106° 19′ 7″E，30° 4′ 41″N)。实验区位于云门镇至草街航电枢纽之间的嘉陵江干流江段及其支流渠江、涪江的河口区，全长为 38.2 千米，是由以下 7 个拐点沿河道方向顺次连线围成的水域：云门嘉陵江大桥左岸(106° 19′ 15″E，30° 4′ 45″N)～云门嘉陵江大桥右岸(106° 19′ 7″E，30° 4′ 41″N)～渠口坝江边(106° 19′ 25″E，30° 1′ 59″N)～合川城区(106° 16′ 25″E，30° 0′ 4″N)～盐井右岸(106° 21′ 20″E，29° 56′ 41″N)～草街电站左(106° 23′ 19″E，29° 54′ 29″N)～草街电站右(106° 23′ 1″E，29° 54′ 27″N）。因为该区域水产资源丰富，遭到过渡捕捞，为了保护生态环境和维持自然资源的持续利用，目前该区域已经纳入全面禁止生产性捕捞范围。

2） 保护对象

嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区的主要保护对象为南方大口鲶，还包括中华倒刺鲃、厚颌鲂、白甲鱼、黄颡鱼、华鲮等。

3） 与本工程的位置关系

本工程以钻爆法穿越嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区 572m，拟定嘉陵江穿越工程位于涪江汇入嘉陵江口的下游河道 21.4km 处，两岸行政区划属重庆市北碚区澄江镇和盐井镇，穿越轴线上游距 G75 高速大桥

6.5km，距下游草街电站大坝约 2.7km。管线与该保护区的位置关系详见图 6.1-23(1)和 6.1-23(2)。

4) 穿越段生态环境现状

风景名胜区以亚热带常绿阔叶林为主，穿越段有旱莲木、悬钩子、构树等乔木，海金沙、鸭跖草、千里光等草本植物。



图 6.1-23(1) 管线与嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区位置关系图



图 6.1-23(2)　管线与嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区位置现场照片

6.1.8.12　重庆合川三江国家湿地公园

1）　概况

位于合川境内的三江国家湿地公园，规划总面积为 3860.15 公顷，其中湿地面积 2585.86 公顷，湿地率达到 66.99%。

重庆合川三江湿地公园包括铜溪镇、渭沱镇、合阳城街道、南津街街道、钓鱼城街道、草街街道及盐井街道。公园范围包括嘉陵江干流自渠河口至出合川境约 34.8 公里河段，涪江自渭沱电站大坝至嘉陵江断面 22.1 公里河段，以及涪江一级支流小安溪与嘉陵江一级支流百岁溪。对整个三江湿地公园实行五个功能区分区管理，分别是：保护保育区、恢复重建区、科普宣教区、合理利用区和管理服务区。保护保育区面积为 2544.3 公顷，占湿地公园总面积的 65.91%，其中湿地面积 2518.42 公顷，占湿地总面积的 98.98%。恢复重建区面积为 620.58 公顷，占湿地公园总面积的 16.08%，其中湿地面积 25.88 公顷，占湿地总面积的 4.17%。科普宣教区面积为 602.53 公顷，占湿地公园总面积的 15.61%，其中湿地面积 37.03 公顷，占湿地总面积的 6.15%。合理利用区面积为 79.59 公顷，占湿地公园总面积的 2.06%，其中湿地面积 3.95 公顷，占湿地总面积的 4.96%。管理服务区面积为 13.15 公顷，占湿地公园总面积的 0.34%，其中湿地面积 0.58 公顷，占湿地总面积的 4.41%。

2)与本工程的位置关系

嘉陵江隧道穿越湿地公园保护保育区和恢复重建区。

本工程穿越重庆市合川区三江湿地公园分区 355m，管线与该湿地公园的位置关系详见图 6.1-25(1)～6.1-25(2)。

3)穿越段生态环境现状

湿地公园以亚热带常绿阔叶林为主，穿越段附近有葛、川桂、栾树、白茅、空心莲子草等。



图 6.1-25(1)　管线与重庆市合川区三江湿地公园分区的位置关系图



图 6.1-25(2)　管线穿越重庆市合川区三江湿地公园分区的位置现场照片

61.8.13　枝江玛瑙河省级湿地公园

1)　概况

湖北枝江玛瑙河省级湿地公园位于枝江市安福寺镇。湿地公园以玛瑙河为主体，包含河岸两边部分土地，北至当阳市鸦鹊岭镇，南至安福寺镇金狮湖村，东西以河堤为界。地理范围为东经 111°35′19″～114°36′19″、北纬 30°35′36″～30°27′41″；南北长 14.63km，东西宽 0.82km，总用地 315.67hm²。根据湿地公园内的湿地资源分布状况、动植物资源、土地利用现状、景观格局等情况，将湿地公园从功能上规划为五大区：生态保育区、恢复重建区、科普宣教区、合理利用区、管理服务区。其中湿地保育区面积 211.52hm²，占湿地公园总面积的 67.01%。恢复重建区面积共 71.25hm²，占总面积的 22.57%。宣教展示区面积为 2.28hm²，约占湿地公园总面积的 0.72%。合理利用区面积为 30.09hm²，占湿地公园总面积的 9.53%。管理服务区面积 0.53hm²，占总面积的 0.17%。

根据湿地公园本底资料显示，湿地公园范围内共有维管束植物 196 种，隶属于 70 科 150 属。其中，蕨类植物 12 科 14 属 14 种，裸子

植物 1 科 2 属 2 种，被子植物 57 科 134 属 180 种。常见的群系有意杨林、枫杨灌草丛、狗牙根灌草丛、苍耳灌草丛、菰沼泽等。湿地公园内共有陆生脊椎动物 17 目 46 科 104 种，其中两栖类 1 目 3 科 6 种，爬行类 1 目 4 科 10 种，鸟类 10 目 33 科 79 种，兽类 5 目 6 科 9 种。此外，湿地公园内还有鱼类 4 目 8 科 22 种。无国家 I 级重点保护野生动物，有国家 II 级重点保护野生动物 4 种，为雀鹰、黑鸢、赤腹鹰和红隼。湖北省级保护野生动物 33 种。

2)与本工程的位置关系

穿越位于宜昌市枝江市安福寺镇李家大屋与向阳一队之间，有乡村水泥路及土路直达场区附近，交通便利。拟穿越场区地貌属于冲积平原地貌，穿越场地两 岸地形较为平坦，附近均为耕地。管道拟采用定向钻方式穿越湿地公园，穿越湖 北枝江玛瑙河省级湿地公园生态保育区和恢复重建区，在河床冲刷线下约 10m～30m 深度进行穿越，穿越湿地公园长度约 150m，其中穿越生态保育区约 130m，穿越恢复重建区 20m。将入土点选在西侧，出土点选择东侧，入土点和出土点距离湿地公园边界约 230m 和 290m。管线与该湿地公园的位置关系详见图 6.1-26(1)～6.1-26(2)。

3)穿越段生态环境现状

野外调查时穿越段附近动物有鹅、鸭子、黄牛、白鹭，水生植物主要是菱角和水葫芦，此外还有空心莲子草、狗牙根、小飞蓬等常见杂草。出、入土点工作场地施工区目前是农田，和湿地公园相隔有防洪堤和防护林。



图 6.1-26(1)　管线与枝江玛瑙河省级湿地公园位置关系图



图 6.1-26(2)　管线穿越枝江玛瑙河省级湿地公园位置关系图

6.1.8.14 环荆州古城国家湿地公园

1） 概况

环荆州古城国家湿地公园位于荆州市荆州区，总面积 359.72 公顷。湖北环荆州古城国家湿地公园属典型的城郊型河流湿地，公园内水源充足、动植物资 源丰富。湿地公园划分为五大功能区:保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区、管理服务区。

环荆州古城湿地公园湿地包括河流湿地、湖泊湿地和人工湿地 3 个湿地类，永久性河流、永久性淡水湖、库塘、水产养殖场、稻田 5 个湿地型。湖北环荆州古城湿地公园内的湿地面积合计 263.92hm²，占湿地公园总面积的 56.22%。其中，永久性河流 173.99hm²，库塘 25.55hm²，水产养殖场 57.55hm²，稻田 6.83hm²。荆州古城护城河、太湖港是典型的城郊河流，湿地景观明显。荆州古城地区景观资源极为丰富，涵盖水景、生景、天景、园景、建筑、史迹、风物等类。

湿地公园内有维管束植物 121 科 501 种，其中国家二级保护植物有 3 种（野菱、野莲、野大豆）。野生动物有 66 科 153 种，其中国家二级保护动物 8 种（虎纹蛙及鸟类鸢、苍鹰、白尾鹞、鹊鹞、红隼、小鸦鹃、斑头休鸟）等。调查期间发现该湿地公园的动物有黑水鸡、池鹭、白鹭、棕背伯劳、喜鹊、灰喜鹊、鹊鸲、麻雀、 黑斑侧褶蛙、中华大蟾蜍等。

2） 与本工程的位置关系

本工程采取定向钻的方式穿越太湖港环荆州古城湿地公园 310m，穿越区域为保育区，管道定向钻方式穿越湿地公园，不占用湿地公园土地面积。管线与该湿地公园的位置关系详见图 6.1-27(1)和 6.1-27(2)。

3） 穿越段生态环境现状

穿越段附近乔木主要是意大利 214 杨、腺柳、复羽叶栾树、构树等，灌木较少，草本有水生的水葫芦和陆生的狗牙根、通奶草、狗尾草、葎叶地锦、野菊、小蓬草等常见杂草。

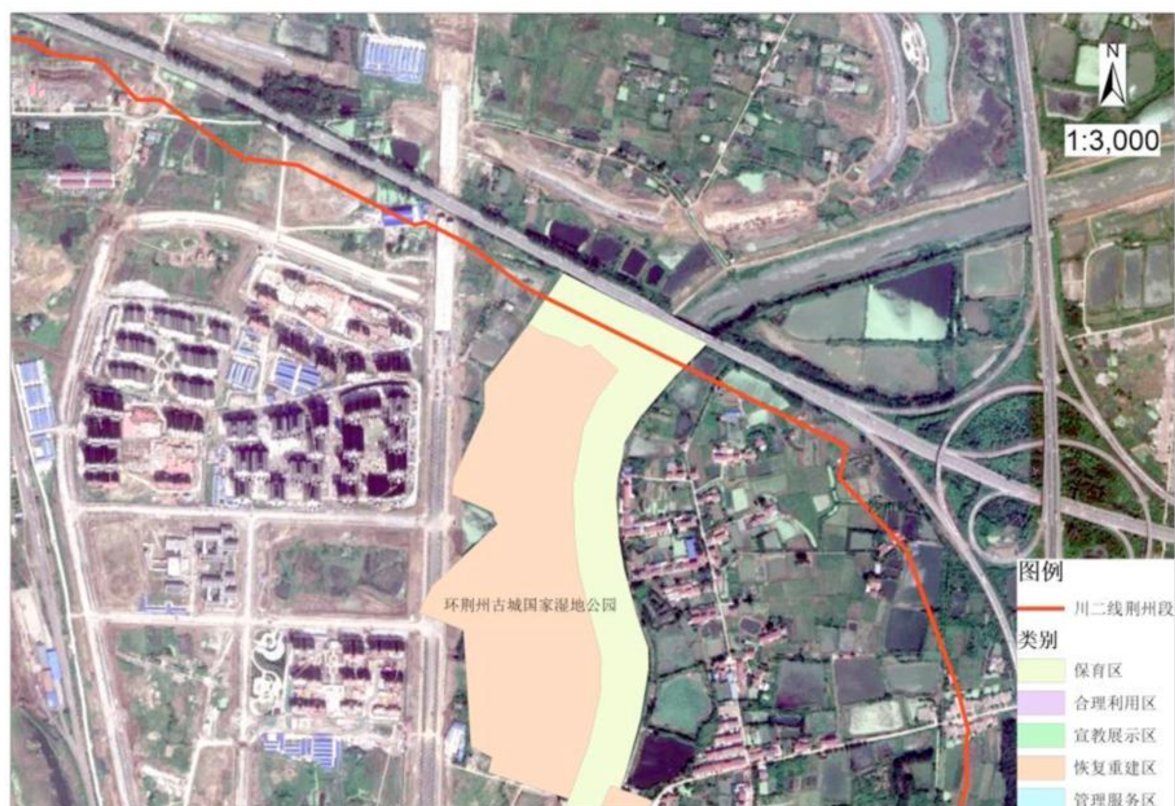


图 6.1-27(1)　管线与环荆州古城湿地公园位置关系图



图 6.1-27(2)　管线穿越环荆州古城湿地公园位置现场照片

6.1.8.15　重庆市合川区九峰山森林公园

1)　概况

九峰山位于合川境内水波洞西侧，是合川唯一的重庆市级森林公园。属于华莹山脉，主峰700多米，因山有九峰，故名九峰山。全山与狮峰山平行，走向为东北—西南，山林平实，植被原始。登峰可望合川城全景。

九峰山山上为砂岩、页岩风化所形成的酸性土壤，生长有茂密的松林、杉林及金竹等，山腰有大片的桔林。最具特色的大片的茶园，约有数百亩，沿山脊及坡缘分布，似绿色的锦缎，漂浮于云雾之间。文革中建有“知青”农场，遗址尚存。山坡尚保留有罕见的1958年大跃进时的小炼铁炉。

九峰山位于水波洞西侧，因山有九峰，故名九峰山。全山与狮峰山平行。登峰可望合川城全景。九峰山有大片的茶园，约有数百亩，沿山脊及坡缘分布。文革中建有“知青”农场，遗址尚存。山坡尚存有罕有的1958年大跃进时的小炼铁炉。九峰山山上为砂岩、页岩风化所形成的酸性土壤，生长有茂密的松林、杉林及金竹等，山腰有大片的桔林。

2)与本工程的位置关系

本工程涉及九峰山森林公园长度为9.566公里，输气管道（干线）涉及长度为8.309公里，隧道涉及长度为1.257公里。管线与该森林公园的位置关系详见图6.1-28(1)-6.1-28(3)。

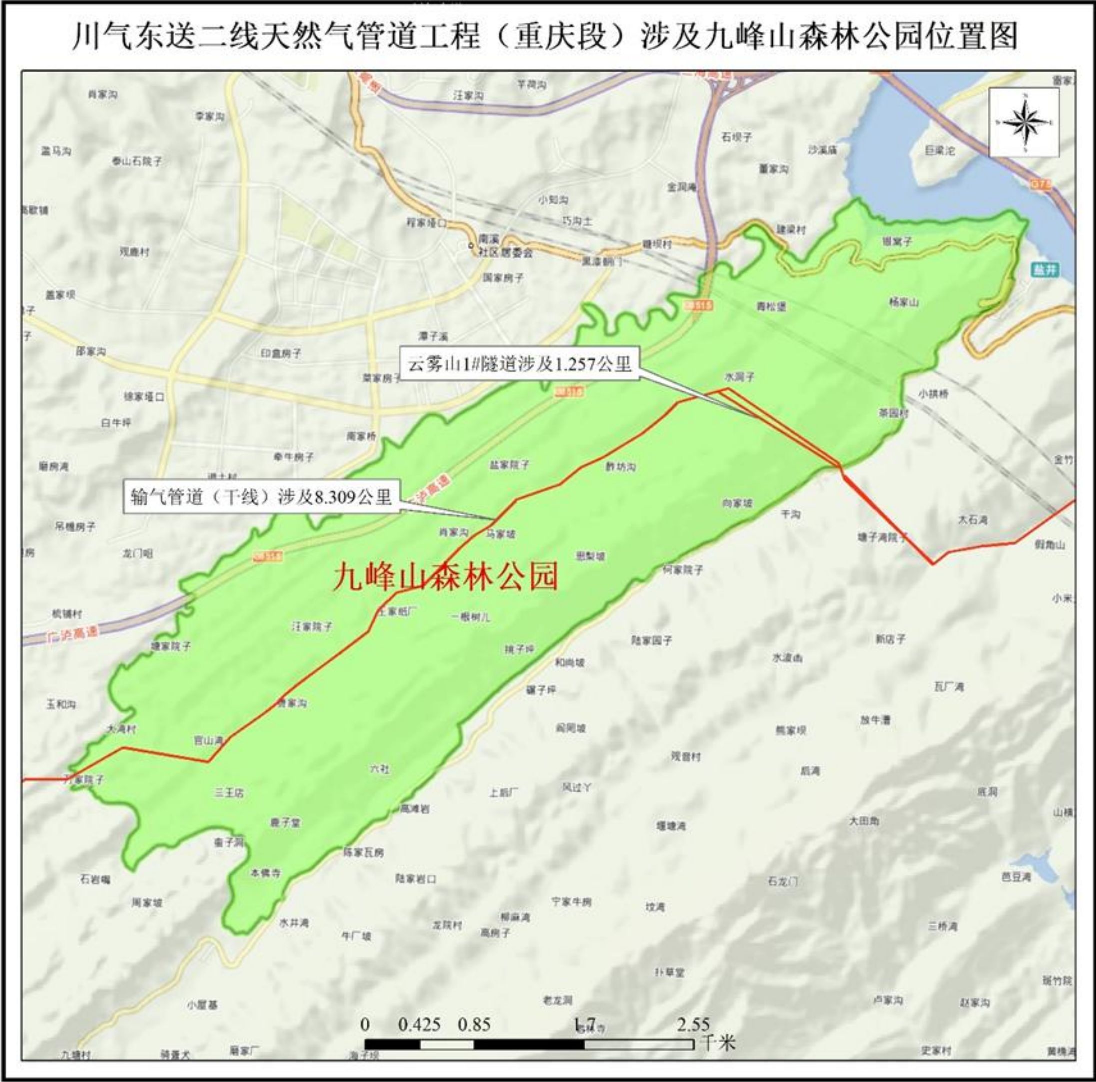


图 6.1-28(1)　管线与重庆市合川区九峰山森林公园位置关系图



图 6.1-28(2)　管线穿越重庆市合川区九峰山森林公园位置现场照片



图 6.1-28(3)　管线穿越重庆市合川区九峰山森林公园位置现场照片

6.1.8.16　南天门森林公园

1）　概况

重庆市南天门森林公园位于渝北区西北部，距离渝北城区 40km，距离重庆市区 69km，所处区域交通发达，公路有渝邻高速、渝昆高速、内环高速、外环高速等，距离重庆北站 38km，距离江北国际机场 24km。突出的区域优势和便捷的交通条件，使重庆市森林公园可成为本地居民和周边城区居民的高品位休闲游憩场所。森林公园内针叶林林海浩瀚，叶色碧绿纯美，落叶阔叶树种繁多，深秋霜林艳美。黄花梨规模巨大，春秋花果飘香；竹类千亩，四季万竿耸翠。朝阳峰千米耸峙，潘家山断岫壁立，天生塔熔岩奇观。园内泉水常年不涸，清冽甘甜，碧玉镶缀，特别是夏天泉水透心冰爽，是天然的冰泉鱼池，园内放牛坪景区是 3A 级风景区，茨竹万亩梨花海“占断天下白，压尽人间花”的胜景也是闻名遐迩。南天门森林公园北临华釜山生态保护区、南靠茅庵森林公园，东西两侧分别为静观森林公园和渝北农业科技园。该地处华蓥山脉，海拔 960 米山上植被茂密，大片的竹林，自然的流水池，温差山上比山下低 5～6°，春季看花、夏季避暑、秋季摘果、冬季赏雪。该森林公园存在的鸟类有斑鸠、白鹭、卷尾、白颊噪鹛、白鹡鸰等。

2）　与本工程的位置关系

本工程涉及重庆市南天门森林公园长度 1.996 公里，输气管道（干线）、隧道涉及长度均为 0.998 公里。管线与该森林公园的位置关系详见图 6.1-29(1)～6.1-29(2)。

3）　穿越段生态环境现状

保护区以亚热带常绿阔叶森林植物为主，穿越区主要植物有柏树、油桐、棕榈、火棘、牡荆、大青冈藤、喜阴悬钩子、软条七蔷薇、马桑、毛萼莓、蛇葡萄、野蔷薇、乌蔹莓、千里光、蝴蝶花、芒、海金沙、金荞麦、木贼、黄花蒿、茜草、巴东过路黄、凹叶景天、序叶苎麻、棕叶狗尾草等。

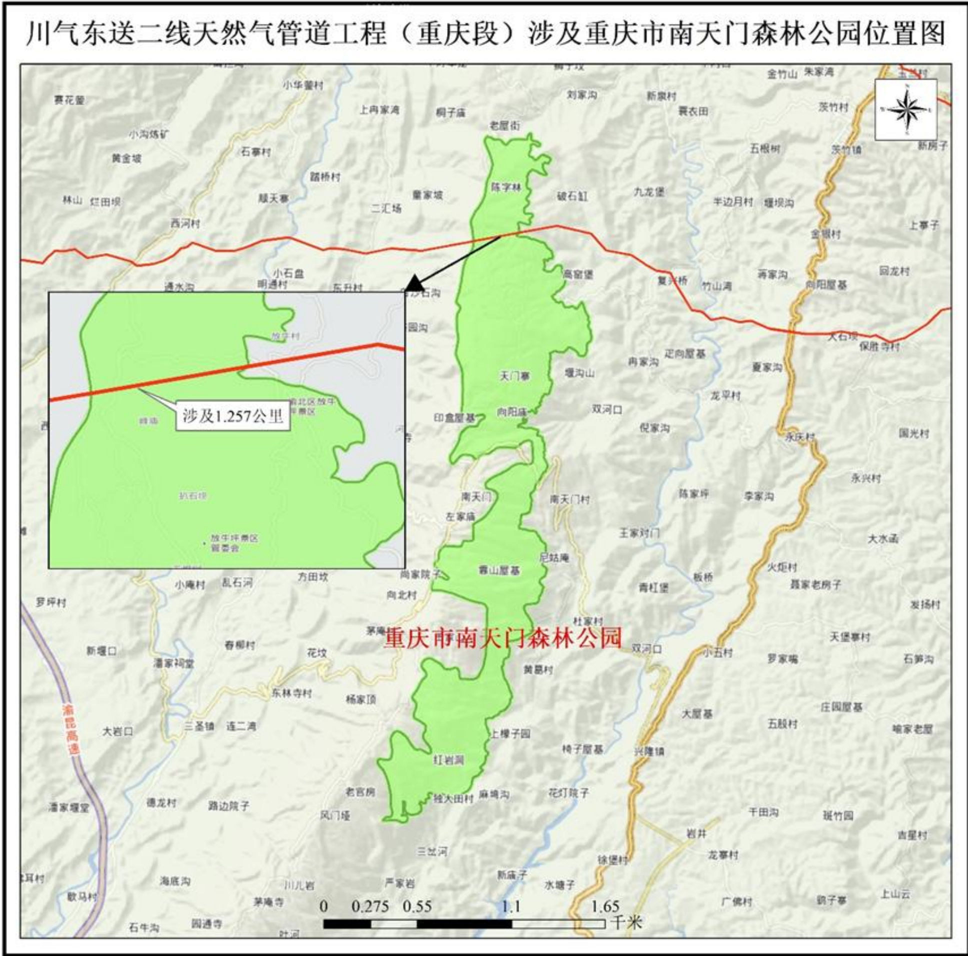


图 6.1-29(1)　管线与南天门森林公园的位置关系图



图 6.1-29(2)　管线穿越南天门森林公园的位置现场照片

6.1.8.17　重庆黄水国家森林公园

1）　概况

重庆黄水国家森林公园主体位于长江上游地区、重庆石柱县东北部的七曜山山原上，以黄水镇为中心区域，是石柱旅游的核心景区。平均海拔1550米，最高峰1934米，区域总面积32441公顷，可游面积6000公顷。北纬30°15′38.38″，东经108°13′56.12″。该森林公园地处巫山沉积岩中山地貌，地处渝东褶皱地带，属巫山大娄山中山区。境内地势东高西低，呈起伏下降。县境为多级夷平面与侵蚀沟谷组合的山区地貌，群山连绵，重峦叠嶂，峰坝交错，沟壑纵横。地表形态以中、低山为主，兼有山原、丘陵。西北方斗山背斜、东南老厂坪背斜，顺北东、南西近似平行纵贯全境，形成“两山夹一槽”的主要地貌特征。

黄水国家森林公园属热带湿润季风气候，全年平均气温10.4℃，夏季最高气温仅为25℃，气候温和，雨水充沛，四季分明，具有春早、夏长、秋短、冬迟特点。公园地处三峡库区腹心地带，是重庆国家级森林公园中区域面积最大、长江三峡黄金旅游线上唯一的土家少数民族旅游景区。

黄水国家森林公园生物资源丰富，除了常见树种3000余种外，是珍稀植物水衫的仅存地之一，有国家珍稀保护植物—中国一号水杉母树、红豆杉、大青树、香果树、黄杉、活页铁线装蕨等。黄水也是闻名全国的黄连之乡、长毛兔之乡、白果之乡、莼菜之乡。 黄水国家森林公园截止到2009年普查有动物1380种，是三峡库区珍稀濒危野生动植物分布最多的地区之一。

2）　与本工程的位置关系

本工程涉及黄水国家森林公园长度为4.044公里，输气管道（干线）、隧道涉及长度均为2.022公里。管线与该森林公园的位置详见图6.1-30(1)～6.1-30(2)。

3）　穿越段生态环境现状

穿越区沿路的针阔混交林包括亮叶桦、马尾松和柳杉等，以及火棘、兴山柳、半边月、大叶杨、刺槐、喜荫悬钩子等灌丛，还有林下植物芒、

黄花蒿、金星蕨、蕨、野草莓、白车轴草、矮桃、蟹甲草、香青、婆婆针、荩草、车前草、灯心草、水蓼、似牛筋草、鸡肫梅花草、獐牙菜等。

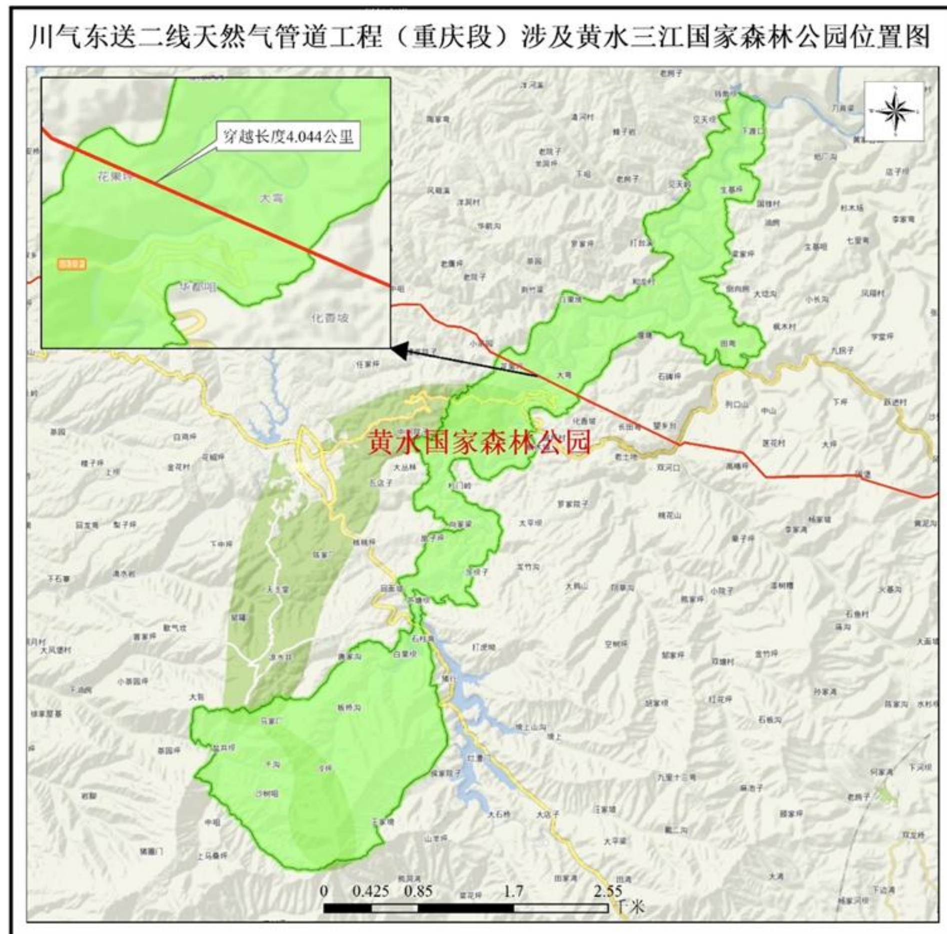


图 6.1-30(1)　管线与黄水国家森林公园的位置关系图



图 6.1-30(2)　管线穿越黄水国家森林公园的位置现场照片

6.1.8.18　清江国家森林公园

1)　概况

湖北清江国家森林公园位于湖北省宜昌市长阳土家族自治县境内，包括长阳清江两岸的山林、国有林场、古生物树种保护区，公园总面积为49880 公顷。植被主要有针叶林、阔叶林、针阔混交林等类型，以次生林为主，有植物 2600 余种，有动物 1000 余种，主要有猕猴、金雕、大鲵、野猪、獾、麂、獐、果子狸、野兔等。其中国家重点保护动物有金钱豹、金雕、大鲵、小鲵等。1996 年 8 月，湖北清江国家森林公园由原国家林业部批准建立。

该森林公园地处鄂西南山区，属武陵山余脉向江汉平原过渡地带，地势西高东低，东部多浅丘河谷，西部多高山峻岭。其中最高海拔约 1800 米，位于二墩岩省级自然保护区，最低海拔约 200 米，位于龙舟坪镇水库库区。该国家森林公园所在的长阳土家族自治县，属亚热带大陆性夏热潮湿气候区，温暖湿润，光照充足，雨量充沛。全年日照多年平均 1875.5 小时，年均降雨量 1338.2 毫米，年均无霜期 285 天。

清江国家森林公园，包括长阳清江两岸的山林、国有林场、古生物树种保护区及现有大部分旅游景点。长阳山水多锦绣，绿林幽谷藏奇珍。随着清江隔河岩水电站工程的竣工，更形成了百岛千湖、水光山色的绝妙佳境，给长阳的生态环境建设、旅游开发以及经济社会发展带来了前所未有的发展机遇。

2） 与本工程的位置关系

由于清江国家森林公园占地面积较大，地势高低变化，所以本工程穿越区域较多，主要利用已建的下木洞隧道和桂竹园隧道穿越该森林公园共4162m，其次采取小面积开挖方式，管线与穿越位置管线详见图6.1-31(1)～6.1-31(6)。

3)穿越段生态环境现状

植被类型为针阔混交林，有毛桐、枫杨、构树等乔木，还有牡荆、鸡矢藤、花叶络石、木贼等灌木丛。

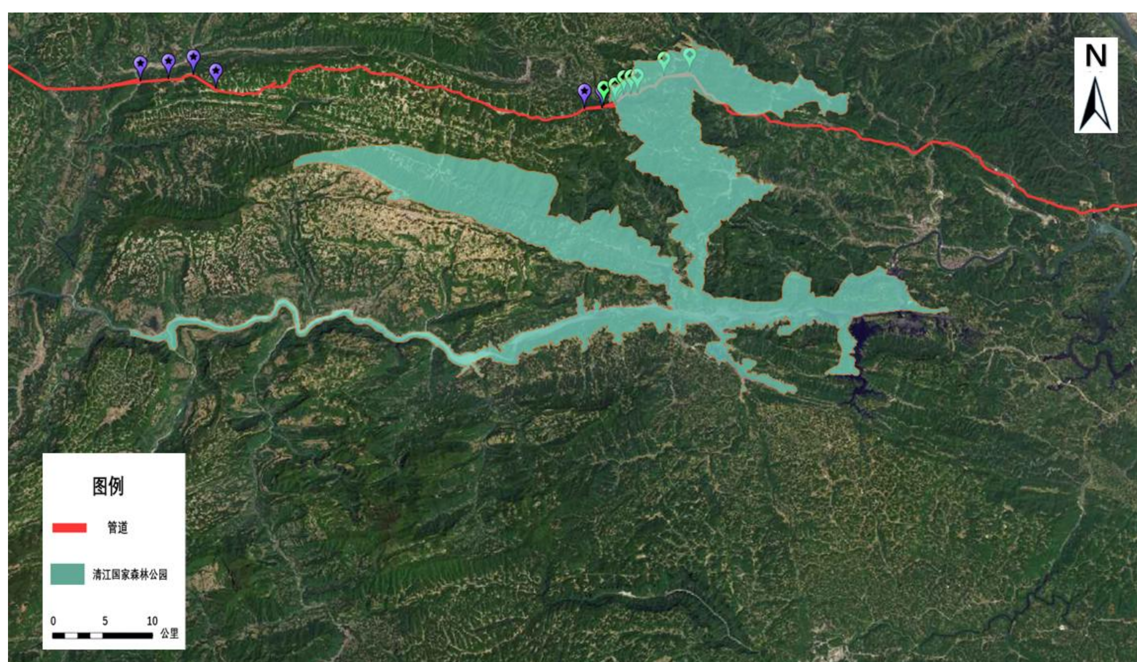


图 6.1-31(1) 管线与清江国家森林公园位置关系图

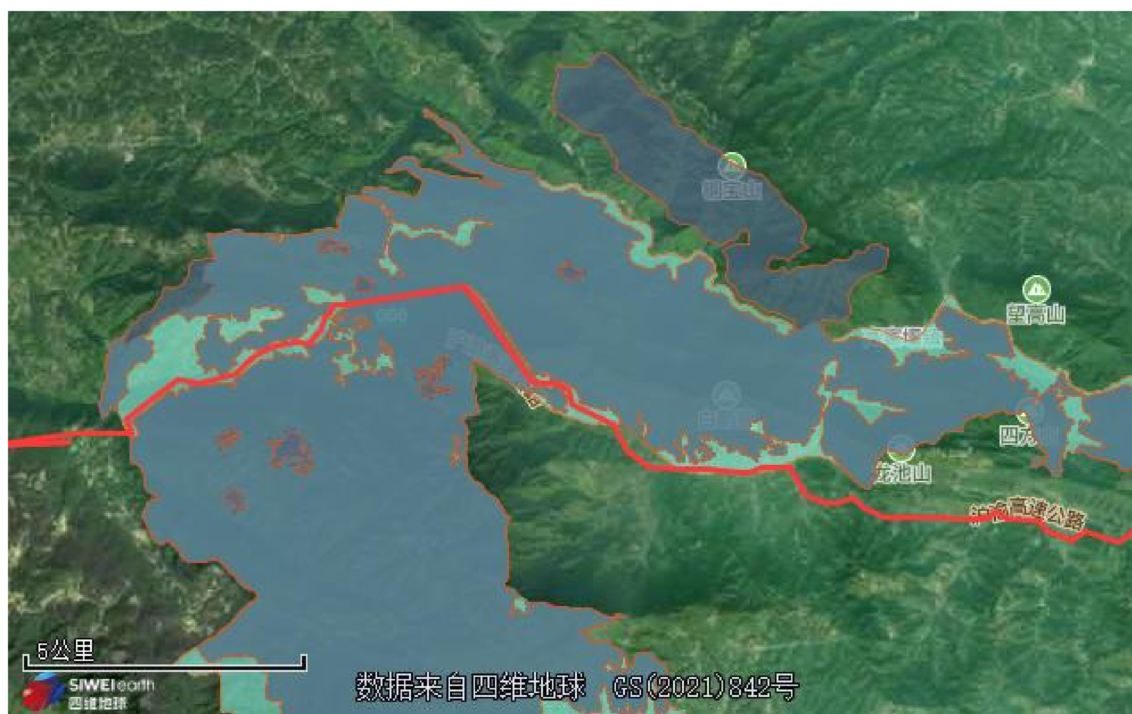


图 6.1-31(2)　管线与清江国家森林公园位置关系图



图 6.1-31(3)　利旧下木洞隧道管线穿越清江国家森林公园



图 6.1-31(4)　利旧小河口隧道管线穿越清江国家森林公园



图 6.1-31(5)　利旧魏家洲隧道管线穿越清江国家森林公园



图 6.1-31(6)　新建魏家包隧道管线穿越清江国家森林公园

6.1.9　管道沿线生态保护红线概况

新建工程线路途径四川省、重庆市、湖北省三个省市，管线所经区域涉及生态保护红线较多。经去沿线各省、市、县环保部门调研，并根据《四川省人民政府关于印发《四川省生态保护红线方案》的通知》(川府发[2018]24 号)、《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9 号、《重庆市人民政府关于印发重庆市生态保护红线的通知》(渝府发[2018]25 号)、《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》（渝府发[2020]11 号）、《省人民政府关于印发湖北省生态保护红线的通知》(鄂政发[2018]30 号)、《湖北省“三线一单”生态环境分区管控方案》（鄂政发〔2020〕21 号）等文件，本工程沿线涉及生态红线及生态空间管控区较多，共计 20 处。

6.1.9.1　四川省沿线生态保护红线

（1）四川省生态保护红线概况

根据《四川省人民政府关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24 号），四川省生态保护红线划定结果如下：

四川省生态保护红线总面积 14.80 万平方公里，占全省幅员面积的 30.45%。全省层面确定优先保护、重点管控、一般管控单元的总体生态环境管控要求。优先保护单元中，应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线，确保生态环境功能不降低；重点管控单元中，针对环境质量是否达标以及经济社会发展水平等因素，制定差别化的生态环境准入要求，对环境质量不达标区域，提出污染物削减比例要求，对环境质量达标区域，提出允许排放量建议指标；一般管控单元中，执行区域生态环境保护的基本要求，重点加强农业、生活等领域污染治理。

全省生态保护红线分布格局为“四轴九核”，分为 5 大类 13 个区块，主要分布在川西高原山地、盆周山地的水源涵养、生物多样性维护、水土保持生态功能富集区和金沙江下游水土流失敏感区、川东南石漠化敏感区。“四轴”指大巴山、金沙江下游干热河谷、川东南山地以及盆中丘陵区，呈带状分布；“九核”指若尔盖湿地（黄河源）、雅砻江源、大渡河源以及大雪山、沙鲁里山、岷山、邛崃山、凉山—相岭、锦屏山，以水系、山系为骨架集中成片分布。

（2）管道沿线生态保护红线

本项目所在的四川省遂宁市安居区境内为盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线。该生态保护红线基本情况如下：

地理分布：该区位于四川省东部成都平原及盆地丘陵区，行政区涉及成都市、自贡市、德阳市、绵阳市、广元市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、广安市、达州市、巴中市、资阳市，总面积 0.08 万平方公里，占生态保护红线总面积的 0.54%，占全省幅员面积的 0.17%。

生态功能：四川盆地区是成渝经济区的重要组成部分，是成渝城市群核心区域，人口密集，经济发展，城镇化率大于 50%，该区主体功能区定位为重点开发区域和农产品主产区，其主导功能为人居保障和农林产品提

供，该区的生态保护红线主要以保障城市饮水安全的饮用水水源保护区为主，还有零散分布于四川盆地及成都平原区自然保护区、风景名胜区、湿地公园、地质公园等各类生态保护重要区域，它们在维护区域水土保持功能方面发挥着重要作用。

（3）法律法规符合性分析

川气东送二线天然气管道工程是重要的能源基础设施，其建设有助于扩大内需，促进国内大循环；符合国家能源发展结构调整，是适应区域经济快速发展、促进沿线资源开发和加快区域经济发展的需要，是“四大通道”、“五纵五横”天然气官网格局中的重要组成部分，对完善全国天然气官网格局意义重大，符合《国家管网集团天然气管道“十四五”发展规划》。穿越生态红线具有不可避让性。建议项目进入初步设计和施工图设计阶段后，将“环境友好、生态优先”作为设计理念，进一步优化项目施工方案，尽可能减少对生态保护红线的保护对象和区域生态环境的干扰。

本工程四川段共涉及 1 处生态保护红线（表 6.1-18 和图 6.1-33（1）），新建工程穿越总长度约 400m。工程在生态红线内无永久占地，站场、阀室均在生态红线区范围外，定向钻、顶管出入土点均在生态保护红线区范围外。

表 6.1-18　本工程穿越四川段生态保护红线

序号	生态保护红线区名称	与本工程位置关系	穿越段情况
1	盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线	穿越红线区 400m	穿越琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区的核心区

6.1.9.2　重庆市沿线生态保护红线

（1）重庆市生态保护红线概况

根据《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》（渝府发〔2018〕25 号），全市生态保护红线管控面积 2.04 万平方公里，占全市国土面积的 24.82%，在全市 38 个区县（自治县）和两江新区、万盛经开区均有分布。

全市生态保护红线管控空间格局呈现为“四屏三带多点”。“四屏”为大巴山、大娄山、华蓥山、武陵山四大山系，主要生态功能为水源涵养和生物多样性维护；“三带”为长江、嘉陵江、乌江三大水系，主要生态功能为水土保持；“多点”为自然保护区、森林公园、风景名胜区等各级各类保护地。

重庆市生态保护红线管控区域主要分布在渝东南、渝东北以及主城“四山”地区。主要类型有水源涵养生态保护红线、生物多样性维护生态保护红线、水土保持生态保护红线、水土流失生态保护红线、石漠化生态保护红线等。

（2）管道沿线生态保护红线概况

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段自西向东穿越重庆市 9 个区县，分别为：大足区、潼南区、铜梁区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县、石柱县部分生态保护红线范围。建设项目涉及重庆市生态保护红线的总长度为 101.455 公里，其中涉及重庆市生态保护红线类型为生物多样性维护功能的建设内容长度为 22.775 公里，涉及水土保持功能的建设内容长度为 78.68 公里。详见下表 6.1-19 和图 6.1-34（1）。按建设内容分：输气管道涉及生态保护红线的长度为 78.177 公里，辅助建设内容隧道涉及生态保护红线的长度为 23.278 公里。在施工期及运营期，采取合理的生态环境防治措施，可有效降低项目建设对生态环境的影响。

（3）法律法规符合性分析

本项目虽涉及生态保护红线及自然保护地，但具体选址方案及相关申报程序均符合《中共中央办公厅国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》、《生态环境部关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》中生态保护红线有关要求。因此本项目是合规的。

通过对建设项目选址方案的综合比选论证，受项目管线规划、生态保护红线分布、地质、地形地貌等因素约束，本项目确实无法完全避让生态保护红线。

综上，本项目是合法、合规的且是必要的，在确实无法完全避让生态保护红线的情况下，最大程度地减少了生态保护红线的占用，因此本项目涉及生态保护红线的占用方案是合理、可行的。

表 6.1-19　本工程穿越重庆段生态保护红线

序号	生态保护红线区名称	与本工程位置关系	穿越段情况
1	重庆市大足区水土保持生态保护红线	穿越红线区 6.348km，无站场、阀室	新建干线管道
2	重庆市潼南区水土保持生态红线	穿越红线区 10.939 km，无站场、阀室	新建干线管道，穿越段为主要为山地、其中穿越 G8515 广沪高速
3	重庆市铜梁区水土保持生态红线	干线铺设穿越穿越红线区 36 m，无站场、阀室	新建干线管道
4	重庆市合川区水土保持生态保护红线	干线铺设和隧道穿越红线区 20.013 km，无站场、阀室	三江国家湿地公园（干线穿越 704m、合川大口鲶县级自然保护区（307m）、新建云雾山隧道穿越九峰山森林公园（干线穿越 8309m，隧道穿越 1257m）
5	重庆市北碚区水土保持生态保护红线	干线铺设和隧道穿越红线区 5.108km，无站场、阀室	穿越嘉陵江，同时在小三峡县级自然保护区内；通过中梁山 1#和 2#两段新建钻爆隧道穿越生态红线，其中中梁山 2#隧道(1700m)穿越金刀峡县级自然保护区
6	重庆市渝北区水土保持生态红线	干线铺设和隧道穿越红线区 8.404 km，无站场、阀室	干线穿越段为山区，通过新建隧道方式穿越南天门森林公园（输气管道和隧道涉及长度均为 998m）
7	重庆市长寿区水土保持生态红线	穿越红线区 21.524 km，无站场、阀室	干线穿越段为山区，新建三段钻爆隧道穿越约 4.8km；支线穿越段位于长寿湖风景名胜区范围内。
8	重庆市忠县水土保持生态红线	通过钻爆隧道方式穿越红线区 1.97 km	穿越长江，同时在重庆市忠县水土保持生态红线区范围
9	重庆市石柱县水土保持生态保护红线	穿越红线区 4.338 km，无站场、阀室	
10	重庆市石柱县生物多样性维护生态保护红线	输气管道干线穿越 12.881km，利旧或新建隧道穿越 9.894km，无站场、阀室	穿越段为山区，新建油草河隧道(2750m) 和新街隧道(2200m)穿越大风堡市级自然保护区和黄水国家森林公园一般游憩区

6.1.9.3　湖北省沿线生态保护红线

（1）湖北省生态红线概况

根据《省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鄂政发[2020]21 号），全省共划定环境管控单元 1076 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。优先保护单元严格按照国家生态保护红线和自然保护地等管理规定进行管控，依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。重点管控单元应优化空

间布局，加强污染物排放管控和环境风险防控，不断提升资源利用效率，解决突出生态环境问题。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，建设项目严格执行产业政策、环保政策及相关负面清单要求，加强生活污染和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

根据《湖北省人民政府关于发布湖北省生态保护红线的通知》（鄂政发[2018]30 号），湖北省生态保护红线总面积 4.15 万平方公里，占全省国土面积的 22.30%。

湖北省生态保护红线总体呈现“四屏三江一区”基本格局。“四屏”指鄂西南武陵山区、鄂西北秦巴山区、鄂东南幕阜山区、鄂东北大别山区四个生态屏障，主要生态功能为水源涵养、生物多样性维护和水土保持；“式江”指长江、汉江和清江干流的重要水域及岸线；“一区”指江汉平原为主的重要湖泊湿地，主要生态功能为生物多样性维护和洪水调蓄。

（2）管道沿线生态保护红线概况

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段自西向东穿越湖北省 10 个县区，利川市、恩施市、建始县、巴东县、长阳县、宜都市、猇亭区、枝江市、荆州市、沙市区部分生态保护红线范围。管线穿越湖北省生态红线的相对位置关系详见表 6.1-20 和图 6.1-35（1）。

（3）法律法规符合性分析

本项目虽不可避让生态保护红线及自然保护地，但具体选址方案及相关申报程序符合《湖北省人民政府办公厅关于印发湖北省生态保护红线管理办法（试行）》（鄂政办发[2016]72 号），建设项目符合生态环境准入清单，并且依法建设经省级以上人民政府批准的重大民生基础设施工程、公共服务设施工程的，生态保护红线可进行优化调整。工程实施过程中，在生态保护红线内穿越要注意对自然生态系统的维护，不得改变生态保护红线的保护性质，不得降低生态保护红线的生态功能。

6.1.9 管道沿线环境管控单元的概况

6.1.9.1 四川省沿线环境管控单元

四川省行政区域从生态环境保护角度划分为优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元，在一张图上落实生态保护、环境质量目标管理、

资源利用管控要求，按照环境管控单元编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。四川省划分为五大经济区，成都平原经济区、川南经济区、川东北经济区、攀西经济区和川西北生态示范区，在总体生态环境管控要求的基础上，根据五大经济区的区域特征、发展定位和突出生态环境问题，明确各区域差别化的总体生态环境管控要求。

管线主要涉及成都平原经济区和川南经济区，根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府法[2020]9号）经济区总体生态环境管控要求，建设项目符合总体要求，不会降低生态环境功能，并且对区域经济发展起到促进作用。管线建设过程中应以生态环境保护优先为原则，严格执行相关法律、法规要求，严守生态环境质量底线。管线穿越四川省环境管控单元的相对位置关系详见图6.1-33（2）。

6.1.9.2　重庆市沿线环境管控单元

重庆市环境管控单元包括优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元三类。优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等。重点管控单元指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括人口密集的城镇规划区和产业集聚的工业园区（工业集聚区）。一般管控单元指除优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。

全市国土空间按优先保护、重点管控、一般管控三大类划分为785个环境管控单元。其中，优先保护单元479个，面积占比37.4%；重点管控单元188个，面积占比18.2%；一般管控单元118个，面积占比44.4%。主城都市区、渝东北三峡库区城镇群、渝东南武陵山区城镇群优先保护单元面积占比分别为21.6%、44.4%、48.2%，重点管控单元面积占比分别为40.4%、7.6%、4.3%，一般管控单元面积占比分别为38%、48%、47.5%。

根据《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》（渝府发[2020]11号），管线主要涉及铜梁区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县、石柱县部分环境管控单元，建设项目是属于民生基础设施工

程和公共服务设施工程，符合环境分区管控要求，有助于区域之间的协调发展。管线施工期间要加强管理，加强环境风险防控，施工结束后要尽快恢复生态环境，恢复生态系统的功能。管线穿越重庆市环境管控单元的相对位置关系详见图 6.1-34（2）。

6.1.9.3 湖北省沿线环境管控单元

湖北省共划定环境管控单元 1076 个，优先保护单元 322 个，主要包含生态保护红线、自然保护地、集中式饮用水水源地等生态功能重要区和生态环境敏感区；重点管控单元 343 个，主要包含人口密集的城镇规划区和产业集聚的工业园区（工业聚集区）；一般管控单元 411 个，包含除了优先保护单元和重点保护单元以外的其他区域。

根据《省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鄂政发[2020]21 号），管线主要涉及恩施土家族苗族自治州、宜昌市、荆州市和潜江市的利川市、恩施市、建始县、巴东县、长阳县、宜都市、猇亭区、枝江市、荆州市、沙市区部分环境管控单元，建设项目符合环境管控要求，不会改变区域环境质量和功能。项目建设过程应严格执行产业政策、环保政策及相关要求，按照有关法律法规和技术标准要求进行施工和运营。管线穿越湖北省环境管控单元的相对位置关系详见图 6.1-35（2）。

表 6.1-20 本工程穿越湖北段生态保护红线

序号	生态保护红线区名称	与本工程位置关系	穿越段情况
1	湖北省利川市武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	管道穿（跨）越生态保护红线 17.98km，涉及场站 1 个（利川压气站，总面积 13.26 公顷），占用生态保护红线 13.16 公顷	穿越段多为复杂山地，利用新建和利旧隧道等穿越保护红线
2	湖北省恩施市武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 24.02km，无站场、阀室	利用新建和利旧隧道穿越保护区红线山区地带；穿越清江，利用已建钻爆隧道穿越恩施州清江河中上游水野生动物自然保护区试验区（130m）
3	湖北省建始县武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 4.51km，涉及阀室 1 个（30#阀室，总面积 0.43 公顷），占用生态保护红线面积 0.18 公顷，	利用新建和利旧隧道穿越保护区红线复杂山体
4	湖北省巴东县武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 7.20km，支线管道穿（跨）越生态保护红线 20.54km，均不涉及自然保护	干线通过新建和利旧隧道穿越保护红线内复杂山体，支线穿越巴东国家级森林公园和万福河饮用水水源地保护区

		地核心区范围，无站场、阀室	
5	湖北省长阳县武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 7.16km，涉及阀室 1 个（36#阀室），占用生态保护红线 0.4991 公顷	利用已建下木洞隧道和桂竹园隧道穿越清江国家森林公园（4162m）
6	湖北省宜都市武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 0.69km，无站场、阀室	利用顶管穿越清江宜都段中化倒刺鲃国家级水产种质资源保护区实验区水域（80m）；穿越长江，新建盾构隧道穿越试验区长江湖北宜昌中华鲟自然保护区（1125m）
7	湖北省猇亭区武陵山区生物多样性维护、水土保持生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 0.44km，无站场、阀室	穿越善溪冲水库水源保护区（3499m）
8	湖北省枝江市江汉平原湖泊湿地生态保护红线	干线管道穿（跨）越生态保护红线 0.39km，无站场、阀室	定向钻穿越玛瑙河（900m），位于枝江玛瑙河省级湿地公园
9	湖北省荆州市江汉平原湖泊湿地生态保护红线	管线穿越生态红线 277m	定向钻穿越内泊湖（800m），位于环荆州古城国家湿地公园
10	湖北省沙市区江汉平原湖泊湿地生态保护红线	管线穿越生态红线 287m	定向钻穿越内泊湖（800m），位于荆州长湖湿地自然保护区

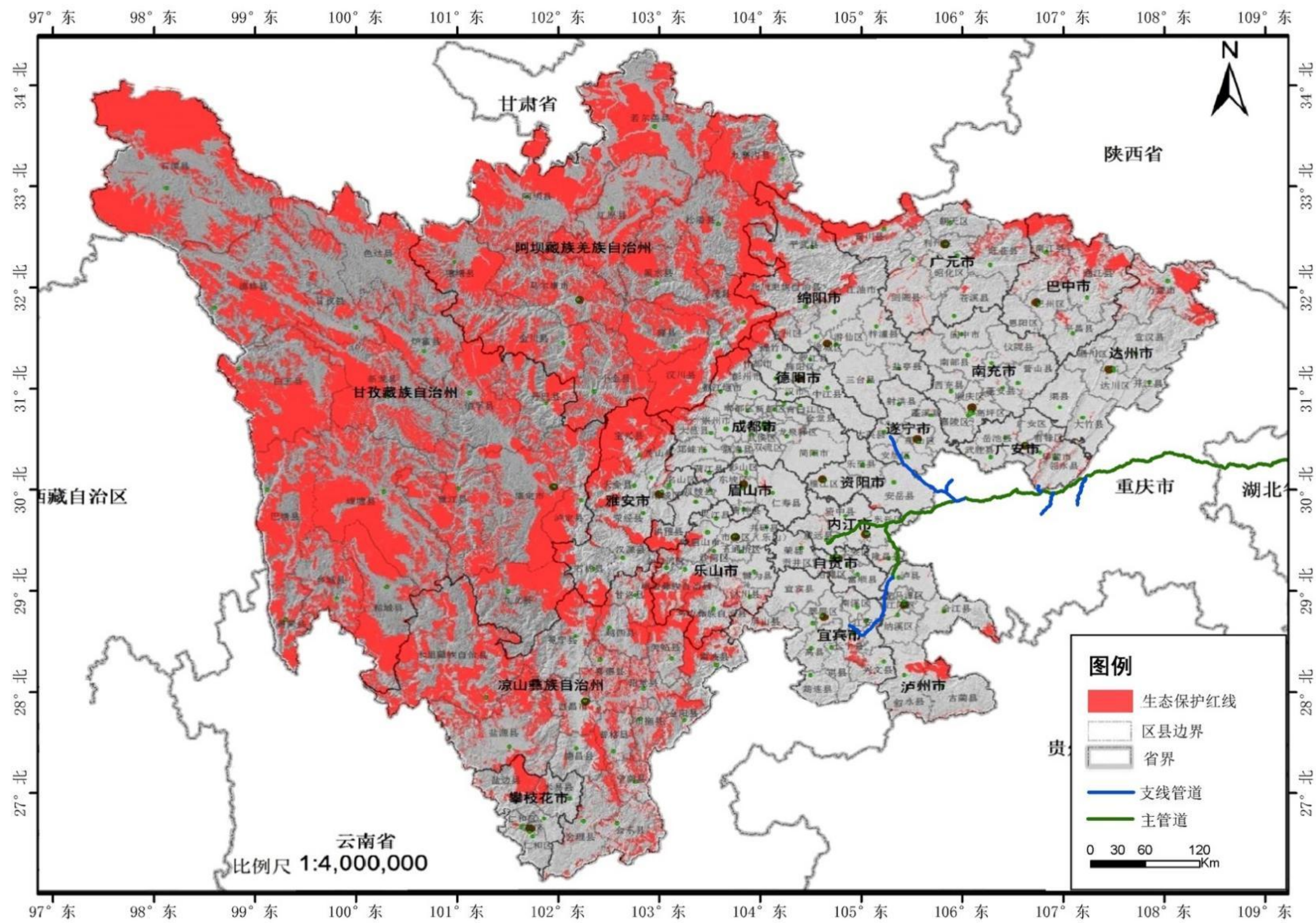


图 6.1-33（1） 管线穿越四川省生态红线位置关系图

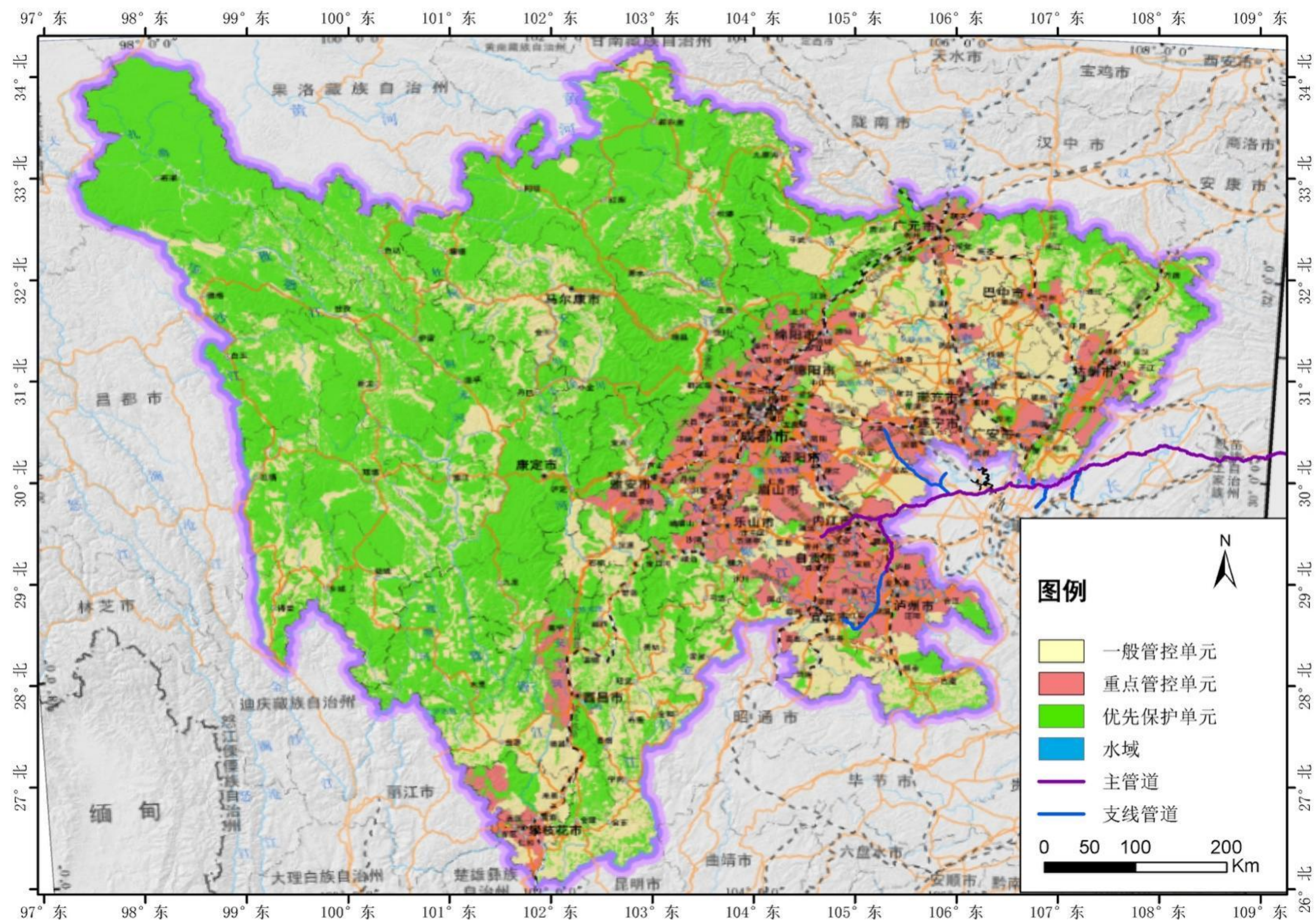


图 6.1-33（2） 管线穿越四川省环境管控单元位置关系图

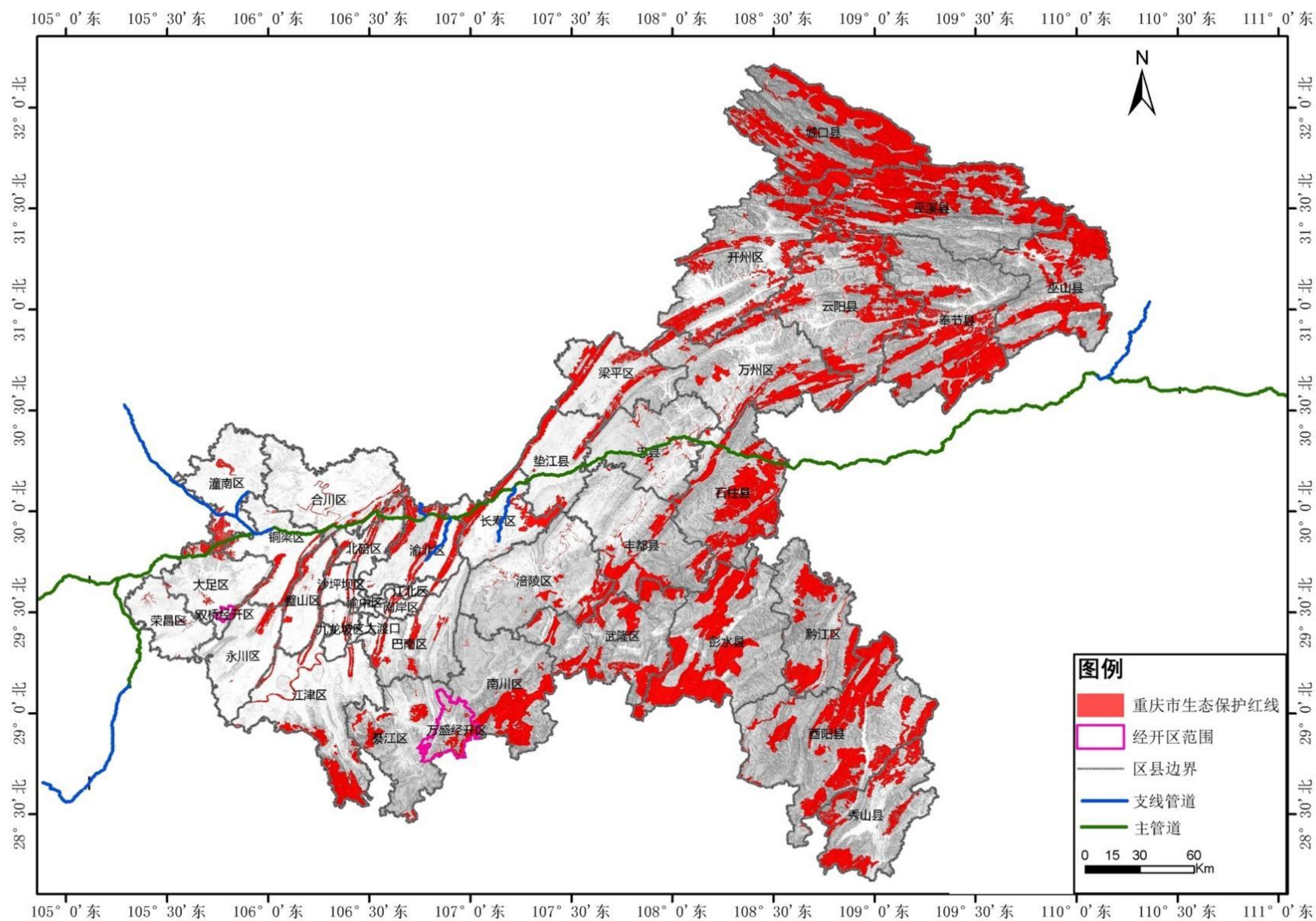


图 6.1-34（1） 管线穿越重庆市生态红线位置关系图

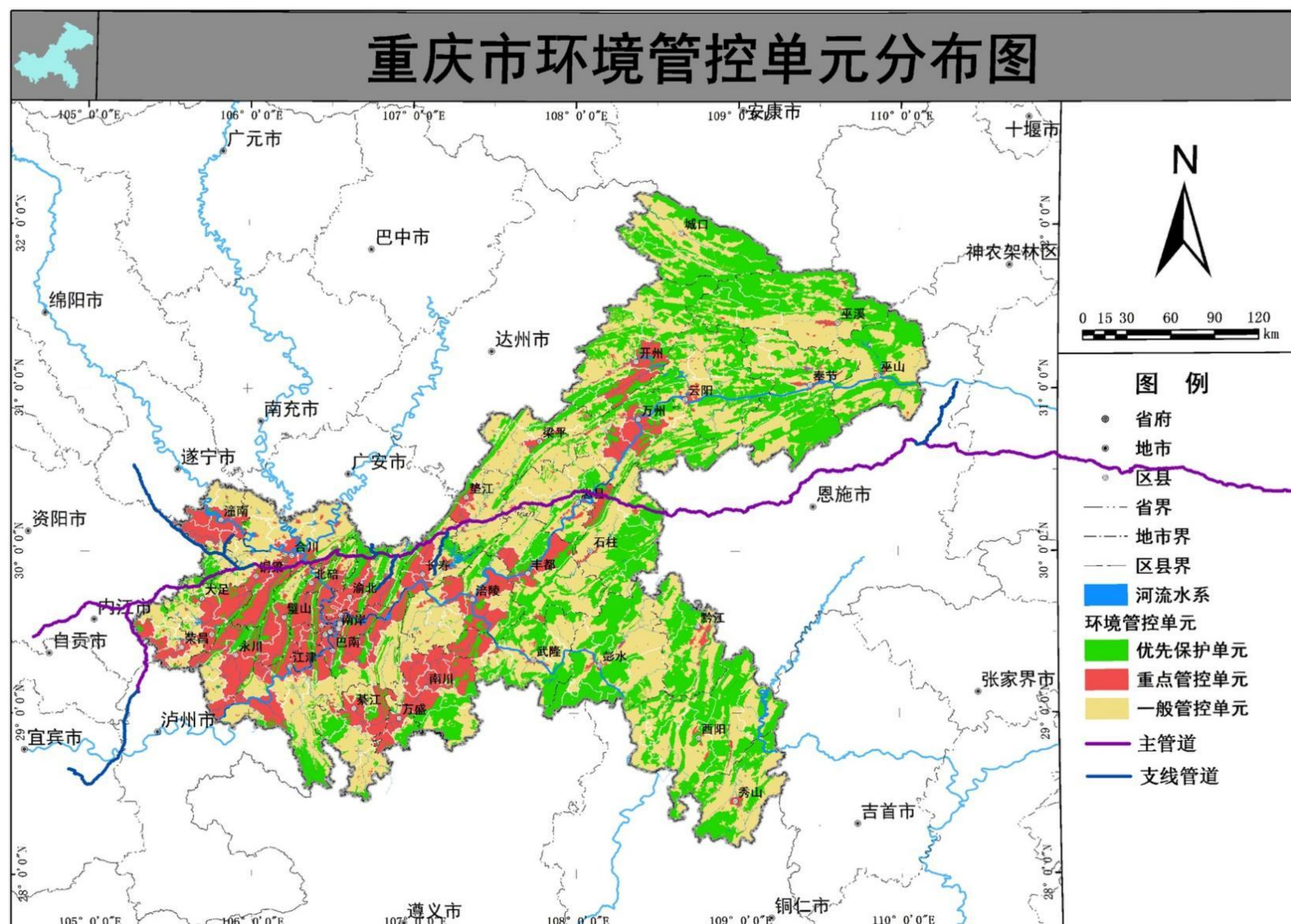


图 6.1-34（2） 管线穿越重庆市环境管控单元位置关系图

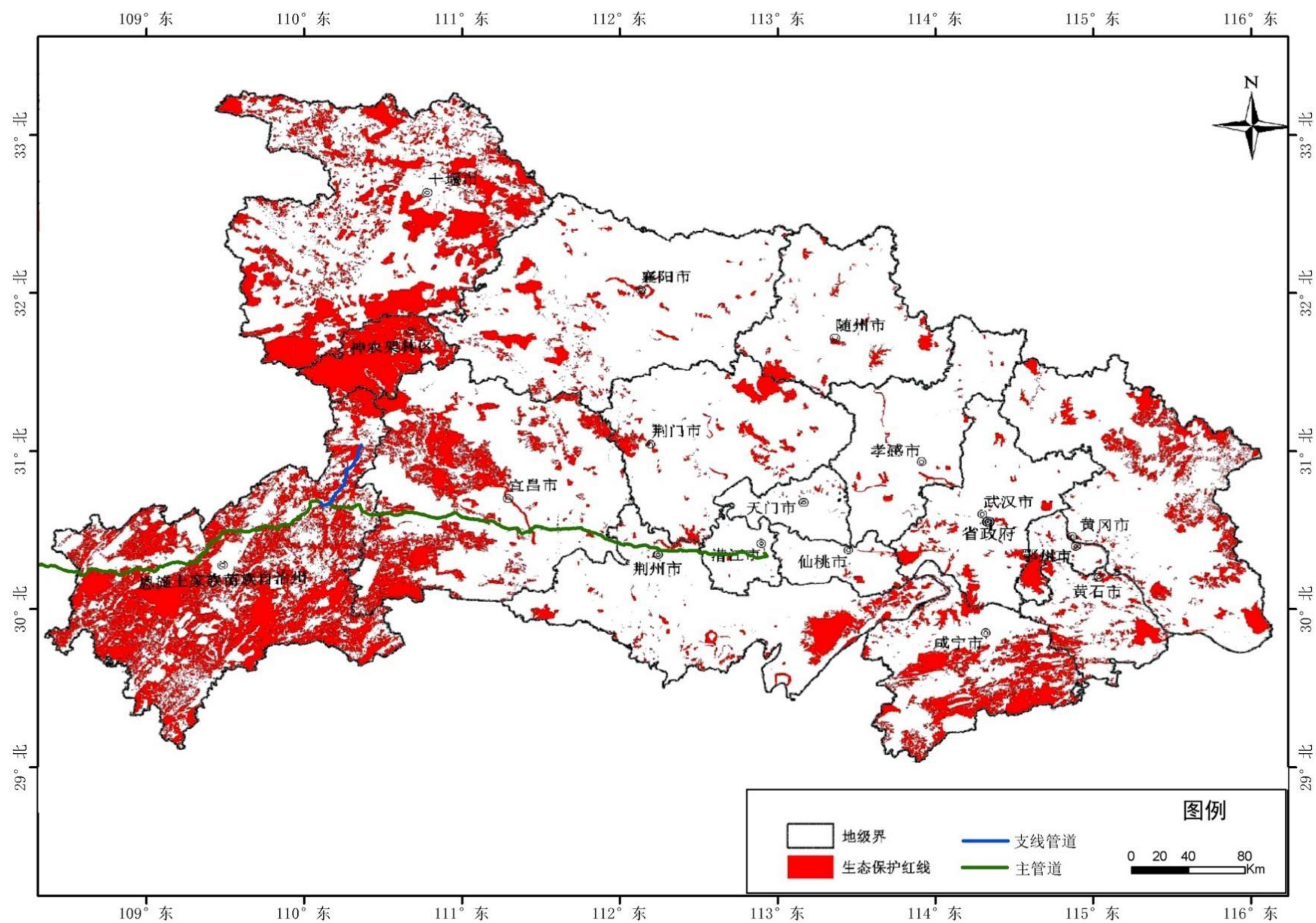


图 6.1-35（1） 管线穿越湖北省生态红线位置关系图

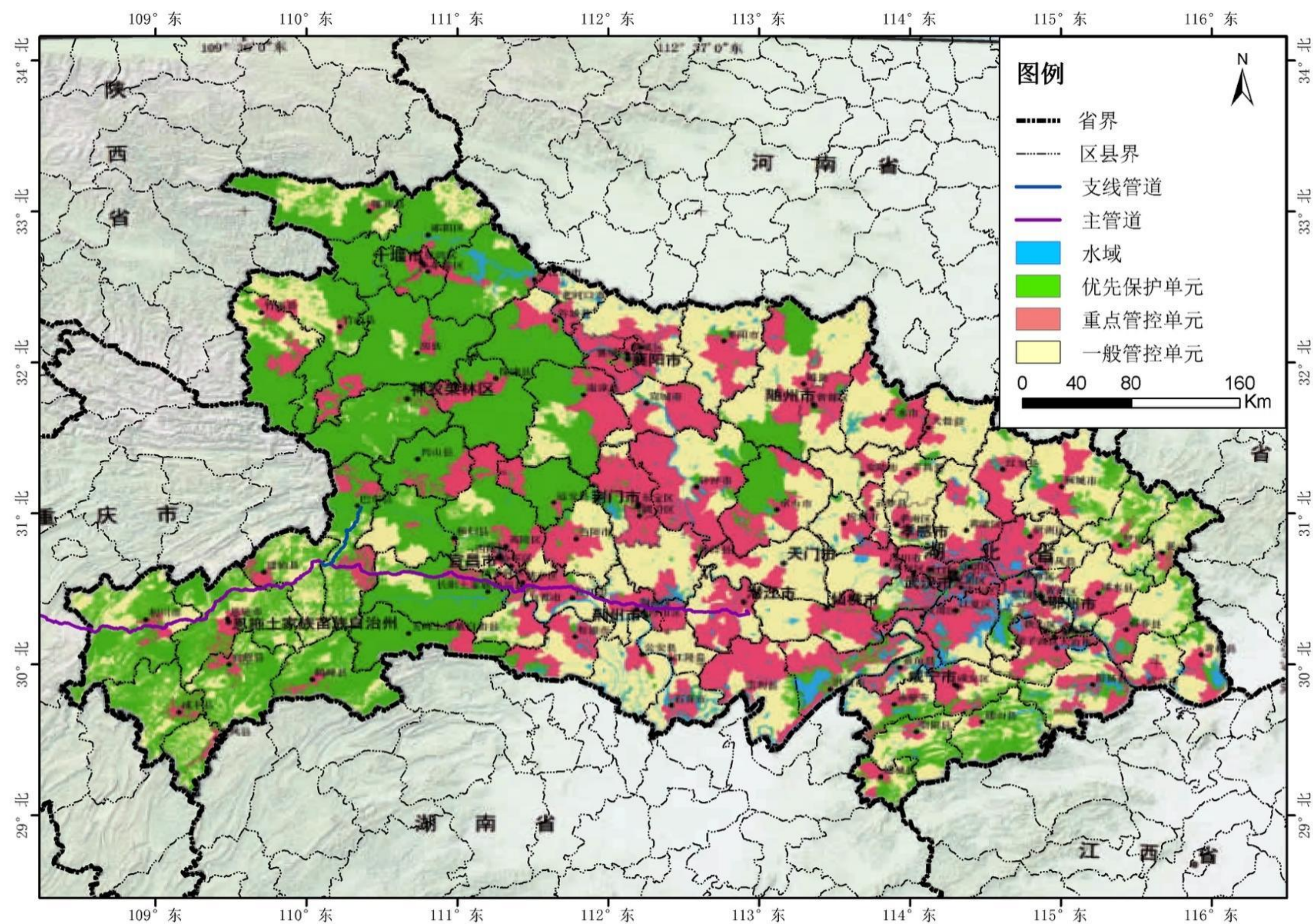


图 6.1-35（2） 管线穿越湖北省环境管控单元位置关系图

6.1.10 评价区存在的主要生态问题

1）四川盆地农产品提供功能区

四川盆地地形特殊，在污染排放超标时，大气污染容易积累，相对难以扩散；四川的主要城市都靠近江河，城区的生活污水、工业污水和垃圾若未经处理排放或处理不达标排放，会引起土壤、地表水和地下水的污染；工程开展的环境保护和修复落实不到，会出现水体污染、大气污染，且影响生物多样性；自然灾害的影响和威胁，都会造成一定的生态影响。

2）川东丘陵林产品提供更功能区

川东的农业所用的化肥、农药和农业废弃物等，都会对一定区域的生物产生影响，还会导致农产品、水资源和土壤造成破坏；养殖业产生的粪便不经处理的排放，以及乡镇污水处理问题，都会造成土壤、地表水和地下水的污染，还会引起居民居住环境和生产环境的污染；工程开展后修复工作不能落实，会影响一定区域的生物多样性和生态环境的破坏。

3）三峡库区土壤保持功能区

重庆市工业门类齐全，由此可能会引发三峡库区的工业污染和酸雨等生态环境问题；且重庆种植业和畜禽养殖业较多，农业施肥和畜禽粪便可能会渗入土壤，造成库区水体污染；重庆市两江通衢、交通便利，是长江上游最具活力的商贸中心，过境船舶很多，产生的生活污水和生活垃圾未经处理排放可能会影响水体环境；三峡库区属于西南土石山区，其水土流失范围广，侵蚀度高。以上是目前三峡库区生态环境存在的主要问题，都可能会影响生物多样。

4）渝东南山区土壤保持功能区

随着重庆市社会经济的快速发展和城市规模的不断扩大，导致大量草地和林地的减少，并且废水排放量大，处理率低，水质污染突出；其次是工业固体废物、生活垃圾量大，得不到妥善处理，威胁饮用水源和周边环境；环境监管措施不到位，导致大气污染，影响居民居住环境和身体健康；人口数量多，人均绿地少，植被的破坏，致使水土流失加重。

5）鄂西南生物多样性保护功能区

随着经济的发展，一些工程开发会破坏生态环境，需要进行开发后生态修复工作；农业种植过程中使用的农药化肥，影响生态环境，可能会对土壤、地表水和地下水产生污染；生活垃圾无害化处置仍需加强，部分垃圾填埋场超负荷运行，垃圾渗滤液积存，有较突出的环境风险。这些生态问题都会对生物多样性产生影响，需要加强监管制度，落实生态环境的保护措施。

6）江汉平原农产品提供功能区

江汉平原的农业生产发达，农业种植过程中，化肥和农药的使用流失，会造成水体的富营养化，造成地表水和地下水的污染；农膜残留难以降解，影响土壤的渗透性，影响农作物的生长；农作物秸秆的非法焚烧会污染大气和水体；畜禽的粪便污染，对水源有一定的影响；施工产生废弃物如不经处理胡乱丢弃，会影响农产品的生长，及破坏土壤功能。

6.1.11 小结

1）评价区土地利用现状主要为耕地、居民地、水域、交通用地、林地、园地等，土地利用结构较合理，自然植被面积相对较大。区内土地利用总体现状是：土地生产力较高、林地以自然植被和人工林为主。综合表现为生态系统较稳定，但应加强生态红线区域和山地的生物多样性保护，形成更加稳定的区域生态系统。

2）评价区附近多有开垦的农田或被作为非农田用地，植被丰富度不高，主要植被类型是以农田生态系统为主的人工植被体系，自然植被主要是一些野生杂草及人工林，散布于田间、道路、河渠两侧、村庄附近和一些未利用地上；评价区内的森林植被因距离敏感目标的距离而分为人工营造和自然生长。评价区内发现有一种国家重点保护兰科植物-斑叶兰分布。

经调查，评价范围内无古树名木存在。

3）动物多样性：管道沿线动物多样性较为贫乏，以常见物种居多。调查期间在评价区域内发现国家级重点保护动物画眉、红嘴相思鸟、棕背田鸡、雀鹰，未发现大型珍稀国家重点保护动物，仅有黑斑侧褶蛙、中华蟾蜍、白鹭、黄鼬、等省级重点保护野生动物中的常见种类分布。由于湖北省境内山地森林植被和湖泊湿地较多，很多动物种类将其作为栖息繁殖

地或越冬场所；并且由于鸟类、爬行类、啮齿类等动物活动范围较广，所以不排除红隼等国家级重点保护野生动物会出现在项目区域的可能性，同时大天鹅、丹顶鹤等候鸟种类中的国家级重点保护野生动物迁徙途中也有可能出现在项目区域。

4）管道沿线土壤类型主要为紫色土、棕壤、黄壤土、潮土、水稻土等。评价区内以水力侵蚀为主，侵蚀强度主要为轻度侵蚀。

5）评价区由少数景观类型(主要是农田、城镇居民点、林地景观类型)所支配，系统比较稳定，人类活动在该系统中起了主导作用。

6)四川省、重庆市、湖北省 3 省市均为农业大省，且沿线地区经济发达，未利用土地较少；本工程沿线基本农田保护率高，但站场、阀室等永久占地无法对基本农田全部避让。

7)管道沿线的生态敏感目标较多，由于管线总体为东西走向，四川段有沱江，重庆段有嘉陵江、长江，湖北段有清江、长江、玛瑙河等与管线交叉，都无法绕避或不穿越，均采用定向钻穿越的方式穿越河流。但一些敏感目标，例如小三峡自然保护区、重庆合川段国家级水产种质资源保护区、金刀峡自然保护区等可使管线穿越保护区边缘，减少对保护区居于生态系统的干扰；无法避绕的生态敏感区域多为沿河流型，或受地形地势、当地规划等限制，如重庆黄水国家森林公园、清江中上游水生野生动物自然保护区、清江国家森林公园等。

8）管线自西向东，不可避让的穿越了一些生态保护红线，涉及了四川省盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线，重庆市大足区、潼南区、合川区、北碚区、渝北区、长寿区、垫江县、忠县、石柱县部分生态保护红线，和湖北省利川市、恩施市、建始县、巴东县、长阳县、宜都市、猇亭区、枝江市、荆州市、沙市区部分生态保护红线。经论证，工程符合相关省市颁布的生态红线管理办法，但工程实施和运行过程中，要注意对生态保护红线内自然生态系统的维护。

6.2 生态环境影响分析

根据本工程的特点、施工方式和工程进度分析，其对生态环境影响的特点是：影响线路长且呈离散分布，对生态的影响主要集中在施工期。随着施工期的结束，评价区生态系统是可以逐渐恢复的。

本工程对生态环境的影响主要表现为施工期的管沟开挖、铺设管道、建设站场、修筑施工道路等工程活动对植被的破坏、改变土壤理化性质、占用改变土地利用类型等。若恢复治理措施不当，土壤的每一个新坡面，每条新车印都可能形成新的侵蚀起点，从而加重当地的生态环境恶化。现依据导则，按施工期和运行期分别就工程导致植物群落及植被盖度变化、重要物种的活动、分布及重要生境变化、生境连通性及破碎化程度变化、生物多样性变化等开展预测与分析。

6.2.1 施工期对生态环境的影响分析

6.2.1.1 主要工程活动扰动占地情况

本工程占地分为永久征地和临时占地。本工程土地占用情况详见表6.2-3(1)、表6.2-3(2)和表6.2-3(3)。

本工程永久征地主要为站场、线路截断阀室、标志桩、加密桩、警示牌等；临时占地主要为管道施工作业带、堆管场地、施工便道、渣场等。本工程永久占地面积为159.34hm^2，其中站场用地51.86 hm^2 ，阀室用地24.06 hm^2，伴行道路用地83.42 hm^2。本工程临时用地总计3561hm^2，其中，四川省392hm^2，重庆市1240hm^2，湖北省1929hm^2。

表6.2-3(1)　川气东送二线（川渝鄂段）管道工程永久占地一览表(hm²)

序号	地区	小计	站场	阀室	伴行道路
四川省					
1	宜宾市	7.6745	7.2823	0.3922	
2	泸州市	0.5242		0.5242	
3	资阳市	8.2931	2.7101	0.3930	5.19
4	自贡市	2.6376		0.4476	2.19
四川省合计		19.1294	9.9924	1.757	7.38
重庆市					
1	潼南区	0.75			0.75
2	铜梁区	12.0718	6.3452	0.9766	4.75
3	北碚区	4.1854		2.3917	2.1
4	合川区	3.2456		0.3656	2.88
5	渝北区	3.1563		0.6326	2.85
6	长寿区	5.9241		1.4528	4.14
7	垫江区	12.1203	8.8603	0.23	3.03
8	忠县	10.1173		4.1773	5.94
9	石柱区	6.7182		1.1382	5.58
重庆市合计		61.6432	15.2055	12.2577	34.18
湖北省					
1	利川市	19.05	10.27	1.26	7.52
2	恩施市	10.13	2.85	0.72	6.56
3	恩施州	8.2211		1.7411	6.48
4	建始县				
5	恩施州巴东县	18.0765	10.6891	0.4847	6.9
6	宜昌市长阳县	16.7624		2.3624	14.4
7	宜都市	0.51		0.51	
8	猇亭区	3.36	2.85	0.51	
9	枝江市	0.79		0.79	
10	荆州市	0.74		0.74	
11	沙市区	0.53		0.53	
12	潜江市	0.4		0.40	
湖北省合计		78.57	26.6591	10.0482	41.86
总计		159.34	56.547	22.7087	83.42

表 6.2-3（2）川气东送二线（川渝鄂段）管道工程临时用地一览表(hm^2)

序号	地区	管道施工作业	施工营地、材料堆场	施工便道	小计
1	四川	374	3	15	392
2	重庆	1159	13	68	1240
3	湖北	1786	24	119	1929
合计		3319	40	202	3561

表 6.2-3(3)　工程占地及其土地利用现状类型统计

土地利用类型	占地面积（hm^2）				占比
	四川	重庆	湖北	总计	
林地	42.2016	220.6208	761.1623	1023.98	26.16
灌丛		19.4401	147.05	166.49	4.25
草地	0.2234	28.4829	112.341	141.05	3.60
耕地	867.8316	1038.3884	586.4217	2492.64	63.69
水体	5.9243	6.8008	29.0189	41.74	1.07
建设及其他	16.14136862	3.2136	28.5509	47.91	1.22
总计	932.3222686	1316.9466	1664.5448	3913.81	100

1)　永久占地影响分析

永久占用土地自施工期就已开始，并在整个运行期内一直持续，对土地利用的影响是永久性的，即对土地利用产生不可逆的影响。但这部分占地面积很小，且分散在管线附近，并非集中占用，尽量避开或减少对基本农田的占用，对当地的土地利用影响相对而言比较小；在施工结束后进行绿化，不会对周边景观造成影响。

由于管道沿线所经四川省、重庆市和湖北省，这三个省市均为农业大省，基本农田保护率较高，部分永久占地(站场、阀室)无法对基本农田全部避让。管道立桩的位置尽量选在田埂、沟渠边缘或未利用地处，避开基本农田，以减小对沿线土地利用的影响。另外，站场、阀室等建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观会彻底改变。但是从整体来看对景观的生态格局影响不大。

2)　临时占地影响分析

从工程占用土地情况来看，主要是施工期间的临时占地。

(1)　管道施工占地

本工程大部分临时占地是在管道开挖埋设施工过程中，由于管道施工分段进行，施工时间较短，施工完毕后，在铺设完成后该地段土地利用大部分可恢复为原利用状态。

由于管道沿线两侧各 5m 不能再种植深根植物，一般情况下，该地段可以种植根系不发达的草本植物，以改善景观、防止水土流失。因此从用地类型看对林地、园地等用地有一定的影响，使得原有土地利用方式发生改变，但并没有影响土地利用性质。本工程临时占用耕地、草地、交通用地等用地类型，均可恢复原状，对土地利用性质影响不大。

(2)　施工场地、施工便道占地

施工场地在施工结束后绝大部分将恢复其原来的用地性质，不会对区域土地利用产生较大影响。

管线施工便道属于临时性工程占地，施工结束后即可恢复原有用地使用性质，不会对区域土地利用产生较大影响。

施工期，施工范围内的农作物将被清除铲掉，施工便道需压实；施工结束后，施工便道占用的耕地可恢复原有种植。施工期施工便道对沿线生态环境的影响主要有：

——临时占地将破坏地表原有植被作物，对农作物而言将减少收成；

——施工过程中车辆碾压使占地范围内的土壤紧实度增加，对土地复耕后作物根系发育和生长不利；

——在干燥天气下，车辆行驶扬尘，使便道两侧作物叶面覆盖降尘，光和作用减弱，影响作物生长；降雨天气，施工车辆进出施工场地，施工便道上的泥土将影响到公路路面的清洁，干燥后会产生扬尘污染。

——河流穿越段施工便道的修建，将破坏河堤或堤外灌草植被。植被破坏后在短期内难以恢复，施工结束后应对河堤等重要地段实施必要的人工植被恢复抚育措施。

总之，临时性工程占地短期内将影响沿线土地的利用状况，使土地的利用形式发生临时性改变，暂时影响这些土地的原有功能。施工结束后，随着生态补偿或生态恢复措施的实施，这一影响将逐渐减小或消失。

6.2.1.2　主要工程活动对生态环境的影响分析

1） 铺设管道、修建道路对生态环境的影响

管线施工活动将破坏地表植被、扰动土壤结构，造成植物生物量损失，将在施工结束后一段时间内影响土地生产能力；影响沿线区域的农业或林业生产；工程建设的临时占地在一段时间内对扰动系统产生的影响，可逐渐消失，永久占地将改变原土地利用性质。

在施工期间，由于开挖填埋、机械与车辆碾压、人员践踏等影响，将使施工带内土壤受到扰动，土壤结构造到破坏，土壤养分降低，即改变了植物原赖以生长的土壤环境，最终将表现为对农业产量的影响。

施工活动将破坏植被，扰动土层，施工结束后，管沟回填不实、没有及时恢复植被并采取有效的水工保护措施，会加剧水土流失；施工弃土石堆放不当，也会加剧水土流失。

根据现状调查结果，管道沿线没有珍稀物种，均为广布种和常见种，因此，尽管施工活动会使原有植被遭到局部破坏，但不会使管道沿线所经地区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某一物种的消失。

2） 穿越河流对生态环境的影响

本工程穿越方式主要包括定向钻穿越、顶管穿越和直接开挖穿越。

(1) 定向钻等非开挖穿越河流的影响分析

定向钻穿越河流不影响河流防洪等正常使用功能，安全性高，只要妥善处理好施工废物，不会影响河流水质，也不会影响水生生物物种的种类。

定向钻穿越河流需要一定的施工场地，一般入口场地 70m×70m，出口场地 30m×30m。施工活动将导致施工场地范围内的全部植被遭到破坏。但这种影响是临时的，施工结束后，即可对其进行恢复。

定向钻施工现场的钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体。根据已有工程的施工现场来看，钻屑沉淀池和泥浆收集池都经过了防渗处理，且有一定的余量，一般不会发生泄漏污染水体。

根据工程分析，施工结束后还将产生废弃泥浆和钻屑。施工所用泥浆无毒且无有害成份。对废泥浆的处置一般采用异地自然干化后覆土掩埋恢复种植的方法；对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地，对周围环境和水体水质影响不大。

河流定向钻施工期间，不直接对河流水体造成扰动，但在堤外的人类、机械车辆等活动，导致对河流水体周边动物产生一定影响，特别是对鸟类产生一定扰动。但由于鸟类活动区域较大，一般不会造成较大影响，随着施工活动的结束，影响也随之消失。

在鱼塘、藕塘等连片施工生态影响大的区域，通过定向钻直接穿越鱼塘等区域，减少环境影响，但施工场地同时也会占用两侧部分农田林地等，总体上减少了对经济类水产养殖的生态影响，降低了施工难度，两侧施工占地在尽可能少占用林地和农田，其环境影响是较小的。

(2)　顶管穿越对河流的影响分析

本工程采取顶管法隧道穿越清江宜都段中化倒刺鲃国家级水产种质资源保护区，约穿越保护区 150m。顶管法是指，隧道或地下管道穿越铁路、道路、河流或建筑物等各种障碍物时采用的一种暗挖式施工方法。施工

不影响河流防洪等正常使用功能，安全性高，只要妥善处理好施工废物，不会影响河流水质，也不会影响水生生物物种的种类。

(3)　直接开挖穿越河流的影响分析

大开挖方式穿越河流，一般采用围堰导流方式，会有暂时阻隔河流流水，增加河水中泥沙含量，产生水土流失的问题。但这种影响只是暂时的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。

施工活动扰动水体，对鱼类有驱赶作用，使鱼类远离施工现场，迁到其他地方，使施工区域鱼类密度显著降低。

此外，施工活动产生的车辆洗污水、冷却水，施工人员产生的生活污水、生活垃圾等可能会影响河流水质。若施工中加强管理，注意不要将施工中洒落的机油流入河中，施工结束后，作好河床、河堤的恢复工作，可以说对水生生态环境的影响是暂时的，而且影响较小。

开挖穿越的河流尽量选择枯水期施工，这样水量较小，施工方便，围堰、导流、开挖的工程量较小，对环境影响小。施工时承包商做好施工组织设计，严格按批准的施工组织设计执行，细化施工过程，做好专项方案及应急预案，以减少施工困难，按时完成穿越任务，保护了环境。

(4)　钻爆隧道穿越河流的影响分析

钻爆发穿越采用人工钻孔，道内粉尘大，施工环境差，对工人健康影响大；爆破需用炸药、雷管等火工品，现场施工安全隐患大；爆破对围岩扰动较大，造成道内掉块，甚至隧道塌方事故；对于浅埋段，地表有结构的地段，由于爆破震动容易造成地表结构的损坏；爆破开挖容易造成隧道断面超挖，导致喷射混凝土超方，增加施工成本。

钻爆法穿越应选择枯水季施工，从而减少施工隐患及对水生生物的影响；此外钻爆会产生废渣，应妥善集中处理，不能乱投乱放，减少对原有生态环境的改变；钻爆法还会产生一定的噪声和震动，可能影响一些生物的生存，但是钻爆活动是暂时的，随着工期的结束影响也会消失。

3)公路、铁路穿越对生态环境的影响分析

本工程共穿越铁路 33 处，总穿越长度 2820m；本工程全线穿越二级以上高等级公路共 134 次，高等级公路穿越长度合计 8940m；其中高速公路穿越 46 次，穿越长度 4390m；其他高等级公路穿越 88 次，穿越长度 6132m。

本工程穿越铁路其中顶管穿越 4 处，定向钻 1 处，桥下开挖穿越 19 处；隧道顶部开挖穿越 5 处；穿越公路桥下开挖 6 处，桥下开挖加套管 2 处，定向钻穿越 7 处，盾构穿越 1 处，隧道顶开挖 1 处，其余均为顶管穿越。

穿越工程施工期较短，可以采取集中施工方式进行，缩短施工期限，影响属短期行为，施工结束影响就消失，施工中只要安排好工程进度，搞好施工管理，妥善解决弃土问题，不会对生态环境带来大的影响。

4)站场建设对生态环境的影响

本工程新建管道沿线设置站场 8 座，线路截断阀室 24 座，这些建筑物属永久性建筑物，将改变原土地的利用类型和生态功能。然而，此类占地面积很小，对当地土地利用结构不会造成大的影响。

另外，站场建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观彻底改变。但是从整体来看对景观的生态格局影响不大。5）施工期间噪声对环境的影响分析

在施工作业过程中，要使用挖掘机开挖管沟，需要有运输车辆运送材料，在岩石地段，还需采用炸药进行爆破等，由于这些施工机械、车辆的使用以及人员的活动会产生噪声，如果附近有居民居住，会对居民的生活产生一定的影响，并且会对施工区域内的动物产生影响，但这种影响是暂时的，施工结束后即可消失。本项目无新增动设备，正常操作时无噪声源；阀室在紧急状态下放空管产生噪音。

管线施工作业内容不同，使用不同的施工机械。管线施工场地噪声评价按《建筑施工厂界噪声限值》中土石方施工施工阶段的噪声限值昼间70dB（A），夜间 55dB（A）执行。管线施工厂界噪声限值符合该标准要求。每个施工区段的时间 10～30 天左右，施工噪声对环境敏感目标的影响也是短暂的。

施工时应尽量选用低噪音的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，同时加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的工况，以便从根本上降低噪声源强；设置施工作业带警戒线，修筑临时通道，夜间挂红灯警示，控制噪声，在居民区等人群集中区域附近施工时，要做好与居民的沟通、补偿工作，并且要减少夜间作业，以防噪声扰民；要加强绿化，在站场周围及站区内工艺装置周围、道路两旁，应种植花卉、树木，以吸收降低噪声影响；在施工阶段，加强对施工期噪声的监督管理，积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

6.2.1.3　植被影响预测与分析

1)　工程占地对植被的影响分析

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变。挖掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。

以管沟为中心两侧 2.5m 的范围内，植被将遭到严重破坏，原有植被成分基本消失，植物的根系也受到彻底破坏；在管沟两侧 2.5m～5m 的范围内，由于挖掘施工中各种机械、车辆和人员活动的碾压、践踏以及挖出

土的堆放，造成植被的破坏较为严重；管沟两侧 5m～7m 的范围内，由于机械、车辆和人员活动较少，对植被的破坏程度相对较轻。

以管沟为中心两侧 2.5m 的范围，被破坏的植被要恢复到原有的程度相对比较困难；管沟两侧 2.5m～5m 范围内，由于表土被碾压，践踏程度重，不但破坏了地表植被，也破坏了植物的浅根系，因此，施工作业中对管沟两侧 5m 范围内自然植被的影响是非常严重的，特别是森林植被的恢复需要较长的时间。

管线沿线分布的林地资源为人工林和自然植被，在施工期间将导致一定数量的人工林被破坏。虽然在此期间不会造成严重的水土流失，但从景观上可能会形成较为明显的廊道。

从破坏的人工林分布现状来看，呈不连续状分布，总斑块数和平均面积相对都不大，因此管线穿越每个斑块所形成的带状廊道对该区域人工林地生态系统不会产生明显影响，范围也仅限于施工区。

施工期间由于开挖填埋、机械碾压及人员践踏影响，将使管道周围作业带范围内的农田植被遭受破坏。管道沿线的站场、截断阀室(阴极保护桩)、转角桩、标志桩、警示牌等永久占地对植被破坏是不可逆的。管道临时占地将占用耕地、林地、草地，施工期植被破坏及修复情况见表 6.2-5.

表 6.2-5 施工期植被破坏及恢复程度预测表(hm^2)

序号	原有植被类型	施工期破坏面积（hm^2）	可恢复原状的面积（hm^2）	可改种浅根植物面积（hm^2）	备注
1	耕地	2492.64	2489.50	-	临时占地基本可以恢复
2	林地	1023.98	651.11	372.87	管道两侧各 5m 内限制深根作物
3	灌丛	166.49	110.99	55.50	管道两侧各 5m 内限制深根作物
4	草地	141.05	138.95	-	临时占地基本可以全部恢复
5	合计	3824.16	3390.55	428.36	

由于管道两侧各 5m 范围内不得种植深根作物，只能种植一些浅根植物，林木至少需要 3 年才能恢复正常生长。因此穿越林地时，尽量缩短施

工作业宽度，尽量不使用大型机械，采用人工开挖方式，尽量保护经济价值与生态效益较高的林木。

2） 施工期污染物对植被的影响

根据工程分析，本工程施工期间的污染主要来自于扬尘，各种机械、车辆排放的废气，以及施工过程中排放的生产和生活污水，还有生产和生活垃圾等固体废物。

(1) 扬尘、废气对植被的影响

工程开发建设中的扬尘、废气是对植被生长产生影响的因素之一，而以扬尘产生的影响为主，扬尘产生的颗粒物质在植物地表以上器官(叶、茎、花和果实)的沉降将对植物产生直接影响。沉降物在植物表面的扬尘以干粉尘、泥膜等形式累积，造成植物表面气孔阻塞，导致气体交换减少，叶片温度升高，光合作用下降，叶片黄化干缩，植物干物质生产受到影响。

一般情况下，大范围内较低浓度的颗粒物慢性沉降不至于对自然生态系统产生不利影响，只有当颗粒物的沉降速率很高时才会造成生态问题，扬尘过程对植物的伤害程度取决于空气中颗粒物浓度、沉降速率以及所处的环境和地形。本工程所在区域多风、少雨、干旱、地形开阔，大气中的扬尘易于扩散；而且管道工程建设过程施工时间短、施工点分散，因此在正常情况下扬尘浓度低，持续时间短，对植被的影响不大。

(2) 施工废水对植被的影响

管道工程施工的整个作业期间都有生活污水产生，但由于作业期短、施工人员分散于各工段，因此产生量较少，基本不会产生不良影响。

(3) 施工废物对植被的影响

在管道工程中，管道防腐是不可缺少的一个重要工序，是防止事故发生的主要保护措施；在施工现场对管线进行防腐处理，不可避免地要有一些防腐材料散落在环境中，对土壤和植被产生一定的影响；施工废物和塑料袋、矿泉水瓶等生活垃圾胡乱丢弃会造成白色污染而影响土壤，在大风季节塑料袋被吹挂在植物体上，不仅影响景观，也会影响植物生长；需要加强施工过程管理和对施工人员的环保宣传与教育，减少对环境的影响降。

3） 对植物生物量的影响分析

本工程除永久占地外，其余占地在采取人工措施后均可以恢复。由于管道两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此管线所经过的林地、果园需改种农作物或恢复为草地。经计算，评价区内工程扰动植被的生物量变化情况见表 6.2-6。

工程对自然体系生产能力影响较小，评价区自然体系基本可以恢复稳定状态。

表 6.2-6 工程扰动植被的生物量变化情况

区段	植被类型	所占比例(%)	面积减少(hm2)	生物量减少(t)	平均生物量
四川	耕地	92.64	237.26	1423.55	6.00
	林地	4.44	228.73	31273.08	136.73
	灌丛	0.94	62.58	3032.59	48.46
	草地	0.39	8.18	84.01	10.27
	其他	1.60	232.97		
	植被减少总量		730.95	6804.92	
重庆	耕地	76.91	363.18	2179.08	6.00
	林地	17.43	308.85	23986.16	77.66
	灌丛	1.79	51.48	4701.43	91.33
	草地	2.36	44.63	840.95	18.84
	其他	1.52	166.59		
	植被减少总量		1080.00	15930.79	
湖北	耕地	31.28	370.43	2222.60	6.00
	林地	47.88	523.44	73343.37	140.12
	灌丛	8.71	281.66	14569.87	51.73
	草地	7.28	119.02	804.36	6.76
	其他	4.84	304.26		
	植被减少总量		1740.00	62498.25	

6.2.1.4　对野生动物影响分析

1)对两栖类物种的影响

两栖动物的防御、扩散、迁移的能力弱，对环境依赖性大，它们大多昼伏夜出，白天多隐蔽，黄昏至黎明时活动频繁，酷热或严寒时以夏蛰或冬眠方式度过。它们主要分布在沿线的农田生境，因此，管沟开挖、建设

施工便道等过程对它们产生一定的驱赶作用，但不会对它们的取食以及繁殖造成影响。同时，这种影响随着施工的结束而结束。

2)对爬行类物种的影响

爬行类动物常出没于生境较好的树林、灌丛中。同时，它们基本都属于个体较小的种类。因此，在林地施工期间，管沟开挖等活动对它们将产生轻微的影响，同时由于它们扩散、迁移能力较两栖类要强，因此，它们受到的影响较小。

3)对哺乳类物种的影响

项目沿线哺乳动物相对较少，多为鼠科以及蝙蝠类物种，鼠类主要分布在沿线的农田生境，鼠类的适应能力较强，管道的施工对它们的生存基本不会造成影响。蝙蝠类物种具有飞行能力，其活动范围较大，林地施工对它们的影响较小。

4)对鸟类物种的影响

在管道沿线活动的鸟类多以常见鸟类为主，诸如麻雀、大斑啄木鸟等。管道施工过程中，将会在一定程度上破坏他们栖息的生境，影响它们的正常取食活动，但由于鸟类的迁移能力较强，它们在受到干扰后，能迁移到周边相对较好的生境。因此，管道的施工对其影响较小。

5)对水生生物的影响

顶管、定向钻、盾构等施工方式对水体没有扰动，因此基本不会对水生生物造成影响；大开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，破坏部分水生植被、影响水生生物的生存环境等；施工人员生活垃圾、施工垃圾等处理不当会对水体产生污染，破坏浮游生物的生长环境；施工期水体底泥被搅动、搬运或疏挖后，底栖动物也将随底泥的取走而死亡或迁移它地，因沿线水生底栖动物在附近其它地区相似的环境中亦有分布，并非是本地区的特有种，从物种保护的角度看，工程的建设不会导致这些物种的消亡；但水质遭到污染、饵料生物量的减少等生境条件遭到破坏，将会对鱼类的种群结构和数量产生一定影响使之趋于较少，如果在丰水期施工还将对鱼类产卵产生一定影响。

6)对保护物种影响分析

工程建设对受保护野生植物影响主要表现在施工期施工人员的破坏及施工作业产生的扬尘、废气等对附近保护植物生境影响；对受保护的野生动物的影响主要表现为栖息地丧失、人类干扰加重和对动物通道的阻隔。

本工程沿线受保护野生动物栖息地主要分布于自然保护区核心区、水产种质资源保护区核心区、湿地公园保育区、森林公园生态保育区、风景名胜区特别保存区等受人类活动干扰较少，实施严格保护的区域，本工程路由已尽可能避绕上述区域。工程评价范围内均为农田、人工速生林、灌草丛、经济林木等受人为影响较为频繁的植被类型，野生动物种类以农田村落型动物为主。调查期间在评价区域内未发现国家重点保护、珍稀濒危野生动物，但有省级重点保护野生动物中大斑啄木鸟、黑斑侧褶蛙、黄鼬、刺猬等常见种类分布，大斑啄木鸟分布于沿线全线，黑斑侧褶蛙主要见于沿线池塘中。

由于湖北省境内山地森林植被和湖泊湿地较多，很多种类(尤其是鸟类)将其作为栖息繁殖地或越冬场所；并且由于鸟类、爬行类、啮齿类等动物活动范围较广，所以不排除黑鸢、黄嘴白鹭等国家级重点保护野生动物会出现在项目区域的可能性，同时大天鹅、丹顶鹤等候鸟种类中的国家级重点保护野生动物迁徙途中也有可能出现在项目区域。

对于受保护鸟类，由于其活动能力强、范围广，能够及时避开施工建设的不利影响。本工程实施区域视野开阔，鸟类能及时发现各类威胁，从而有效躲避危害。工程施工仅占用鸟类觅食区域的一小部分，工程的实施会暂时使他们的觅食范围相对减小，并不会对他们造成大的直接影响。本工程所经区域地势开阔，农田、湿地连片分布，为受保护鸟类提供了足够的栖息空间。

6.2.1.5　对土壤环境的影响分析

本工程建设对土壤的影响主要是施工期管线、站场的建设对土壤的占压和扰动破坏。

由土地占用情况可知，除站场，阀室等为永久征地外，其他多数为临时占地，在工程结束后 2 年～3 年耕作可恢复其原有使用功能。但因重型施工机械的碾压、施工人员的践踏、土体的扰动等原因，施工沿线的耕作

土壤或自然土壤的理化性质、肥力水平受到一定的影响，并进一步影响地表植被恢复，这种影响预计持续 2 年～3 年。随着时间的推移逐渐消失，最终使农作物的产量和品质恢复到原来水平。

具体表现如下：

1)扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构

土壤结构是经过较长的历史时期形成的，管沟开挖和回填必将破坏土壤的结构，尤其是土壤中的团粒结构，一旦遭到破坏，必须经过较长的时间才能恢复，农田土壤耕作层是保证农业生产的基础，深度一般在 15cm～25cm，是农作物根系生长和发达的层次。管道开挖必定扰乱和破坏土壤的耕作层，除管道开挖的部分受到直接破坏外，开挖土堆放两边占用农田，也会破坏农田的耕作土。此外，土层的混合和扰动，同样会改变原有农田耕作层的性质。因此在整个施工过程中，对土壤耕作层的影响最为严重。

2)混合土壤层次、改变土壤质地

土壤质地因地形和土壤形成条件的不同而有较大差异，即使同一土壤剖面，表层土壤质地与底层的也截然不同。管道的开挖和回填，必定混合原有的土壤层次，降低土壤的蓄水保肥能力，易受风蚀，从而影响土壤的发育，植被的恢复；在农田区将降低土壤的耕作性能，影响农作物的生长，最终导致农作物产量的下降。

3)影响土壤养分

土体构型是土壤剖面中各种土层的组合情况。不同土层的特征及理化性质差异较大。就养分而言，表土层远较心土层好，其有机、全氮、速效磷、钾等含量高，紧实度、孔隙状况适中，适耕性强。施工对原有土体构型势必扰动，使土壤养分状况受到影响，严重者使土壤性质恶化，并波及其上生长的植被，最后导致土地生物生产量的下降，甚至难以恢复。

根据有关资料统计，管道工程对土壤养分的影响与土壤的理化性状密切相关。在实行分层堆放，分层覆土的措施下，土壤中有机质将下降 30%～40%，土壤养分将下降 30%～50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。这表明即使在管道施工过程中实行分层堆放和分层覆土等保护措施，管道工程对土壤养分仍有明显的影响，若不实行分层堆放、

分层回填，则土壤养分流失量更大。事实上，在管道施工过程中，难以严格保证对表土实行分层堆放和分层覆土，因而管道施工对土壤养分的影响更为明显，最后导致土地生物生产量的下降。

本工程沿线地区农业用地较多，为使对土壤养分影响尽可能降低，在施工过程中应避开雨季，若农田中有水时应先将水排干，然后严格按照表土分层堆放、分层覆土回填的原则实施。

4)影响土壤紧实度

管道铺设后的回填，一般难以恢复原有的土壤紧实度，施工中机械碾压，人员践踏等都会影响土壤的紧实度。土层过松，易引起水土流失，土体过紧，又会影响作物生长。

5)土壤污染

施工过程中将产生施工垃圾、生活垃圾以及焊渣、废弃外涂层涂料等废物。这些固体垃圾可能含有难于分解的物质，如不妥善管理，回填入土，将影响土壤质量。若在农田中，将影响土壤耕作和农作物生长。另外施工过程中，各种机器设备的燃油滴漏也可能对沿线土壤造成一定的影响。

随着施工结束，通过采取一定的措施，土壤质量将逐渐得到恢复。管道正常运行期间对土壤的影响较小，主要是清管排放的残渣、污水，可能对土壤造成一定的影响。因此，在清管时只要做好回收工作，就可将其对土壤环境的影响降至最低程度。

6)对土壤中生物的影响

由于上述土壤理化性质和土体构型的改变，使土壤中的微生物、原生动物及其它节肢动物、环节动物、软体动物的栖息环境改变，但是施工时间和管道敷设影响范围有限，所以土壤生物的生态平衡很快会恢复。

综上所述，管线的建设将不同程度地破坏区域土壤结构，扰乱地表土壤层，降低土壤养分含量，从而影响植物生长。此外，施工中机械碾压、人员践踏、土体翻出堆放地表等，也会造成一定区域内的土壤板结，使土壤生产能力降低。管道施工回填后剩余的土方造成土壤松散，易引起水土流失。对土壤的影响最终将表现为对农业生产的影响，但通过采取一定的措施，土壤质量将会逐渐得到恢复。

6.2.1.6　施工可能造成的水土流失危害影响分析

工程在施工中地表植被可能遭到不同程度的破坏，导致水土保持功能降低，造成新的水土流失。

1)本工程建设可能导致土地生产力的降低、破坏植被，加速土壤侵蚀

施工中由于扰动地表，将不同程度地改变原有地貌形态及土壤结构，施工扰动面，是造成水土流失的主要因素。如不及时布设水土保持措施，将会造成经过50年～60年培肥或自然熟化形成原地表耕作层直接遭到破坏，使得土地生产力下降。

施工活动难免要破坏现有稳定的植被群，而植被是控制水土流失的有效措施,尤其是河岸缓冲带植被,在拦截径流、截持降雨、减少泥沙的河网输入量、防止水土流失、净化水体及固定土壤和改良土壤等方面发挥着重要作用。土壤表面植被的质量，直接影响土壤侵蚀的形成和侵蚀量的大小。在丘陵区段还可能因水土流失引发其他地质灾害，从而危及管道安全。

2)对河流水域的危害

本工程的土石方开挖回填，占地扰动，将产生弃渣，如不采取必要的措施，必然使土壤流失对项目区周边的季节性河流造成一定的淤积，增加水体的含沙量。

3)破坏水保设施造成的影响

植被起着涵养水源、调节气候的功能，地表结皮对控制风蚀、水蚀具有良好的效果，地表结皮和植被一旦遭到破坏，失去地表结皮和植被保护的地表土壤抗侵蚀能力将会急剧下降，单位面积的土壤侵蚀量直线上升。

6.2.1.7　穿越水域对水生生态环境的影响分析

本工程所经区域内沟渠纵横，管线经过若干河渠，并穿越沱江、嘉陵江、长江、清江、玛瑙河等大中型河流。在湖北段管线穿越了百里长渠、东干渠、中支渠、西荆河等洪水调蓄和灌溉渠，对水域生态环境会产生一定的影响，影响主要发生在施工阶段，属短期影响。

1)　直接开挖施工穿越河流的影响分析

本工程穿越小型河渠和分散的鱼塘均采用大开挖的方式穿越。施工活动会扰动水体，对鱼类有驱赶作用，使鱼类远离施工现场，迁到其他地方，使施工区域鱼类密度显著降低。

本工程所穿越的中型河渠鱼类资源大部分为常见种，穿越点一般选在河道较窄处，影响面积相对较小。施工活动应尽量安排在枯水季节，对于常年有水的河流，要先进行围堰导流再进行开挖施工；对于地下水丰富的河流，要考虑开挖过程中的排水和降水。施工结束后河道得到恢复，原有的功能不会改变。

2) 定向钻穿越河流的影响分析

除开挖施工方式外，穿越大中型河流均采用定向钻方式。定向钻施工方式直接在河堤外施工，不破坏现有河道，不会对河滩湿地生态产生影响，不改变水体水文和水质状况，原有水利设施、生态环境不会受其影响。穿越连续水网、鱼塘均采取定向钻穿越这种环境友好型施工方式，对水生生态几乎无影响。

定向钻穿越河流需要一定的施工场地。施工活动将导致施工场地范围内的全部植被遭到破坏。但这种影响是临时的，施工结束后，即可对其进行恢复。

此外，施工活动产生的车辆清洗污水、生活污水、生活垃圾等可能会影响河流水质。但施工中只要加强管理，防止车辆清洗污水、生活污水等流入河中，生活垃圾集中收集外运，施工结束后，作好河床、河堤的恢复工作，可以说对水生生态环境的影响是暂时的，而且影响较小。回填时应该压实，不应出现阻水横埂。

3) 盾构隧道穿越长江的影响分析

本工程以盾构隧道方式穿越长江，管线位于河床之下，项目在施工过程不直接与水体接触，不破坏现有河道，不会对河滩湿地生态产生影响，不改变水体水文和水质状况，原有水利设施、生态环境不会受其影响。

施工过程中，若施工人员管理不善，捕捞江中的鱼类，将对其水生生物资源产生一定影响。施工垃圾和施工人员生活垃圾处理不当造成河流污染、水质下降，将影响水生生物的生存环境和渔业生产。南北竖井施工区

域距离长江直线距离均在 1km 以上，且长江两岸均为码头区，原有人为干扰已较为严重，且沿岸有公路通过，本工程施工活动中的车辆、设备噪声及人员往来等，对长江水生生物基本无影响。

本工程长江上游珍稀特有鱼类国家自然保护区，鱼类的洄游路线自下而上，鱼群进入河口江段约在 4 月～7 月，其中 3 月至 5 月为渔汛高峰，施工活动可能会对其洄游产生一定的影响。但是，由于本工程采用非开挖的方式穿越长江，在尽量减少夜间施工，避免在洄游高峰期施工的情况下，施工活动对种质资源的影响很小。

盾构隧道施工场地内钻屑沉淀池和泥浆收集池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆和钻屑等固体废弃物，处理不当或堆入河道内也有可能污染水体。

在全面落实环保措施和风险防范措施的前提下，长江的水环境状况与生态功能不会因本工程的建设而有所改变，对穿越水域生物资源特别是中华鲟、江豚、胭脂鱼、松江鲈、四大家鱼、鳜、翘嘴鲌、黄颡鱼、大口鲇和长吻鮠等物种生存与活动影响较小。

4）山体隧道穿越对地下水环境的影响分析

管道沿线涉及新建山体隧道 49 处，穿越长度为 70880m，施工过程可能使原有的地质结构受到破坏，岩层的物理性能发生变化，裂隙增加，易引发坍塌、涌水、涌泥等地质灾害，存在较大的风险。为施工过程的安全，将隧道建设对地下水的影响降至最低，在确定施工方案前，对隧址区必须进行详细的地质、水文地质、工程地质勘探，明确具体的地质构造，查清地下水赋存规律和补、径、排条件，查清隧道与保护目标之间的水力联系，确定断裂是否导水等，根据地质、水文地质、工程地质资料科学合理地安排施工方案。

通过分析本工程隧道区的地貌、地质及水文地质条件，隧道均设置在偏僻的山谷内，周围居民较少，部分隧道进出口附近或山下有零星民宅，隧道顶部均无居民。施工期，隧道开挖可能局部出现地下水渗出，特别是在断裂破碎带、岩溶发育区及岩层界面处可能有涌水，短时间内造成部分地段地下水流失，对居民用水造成一定影响；对于地下水丰富的河流，要

考虑施工过程中的排水和降水；施工期隧道内部分地段出现的地下水渗出现象，在隧道衬砌、喷锚完成后，其影响即行消失；施工产生的废弃物、废水及机械石油的泄露，若不进行合理回收处理，可能会对地下水造成污染。因此，施工期间要对居民用水进行监测，监测地下水水质、水位的动态变化，及时了解隧道建设对地下水影响的程度，发现异常要及时做好抢修与防范工作。

6.2.2 对生态敏感目标的影响分析

6.2.2.1 对自然保护区的影响分析

本工程穿越的自然保护区有长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、合川大口鲶自然保护区、长江湖北宜昌中华鲟自然保护区、恩施州清江河中上游水生野生动物自然保护区、小三峡自然保护区、金刀峡自然保护区、大风堡自然保护区共 7 处。前 4 个保护区的主要保护对象是水生野生动物，后 3 个保护区的主要保护对象是水杉、常绿阔叶林及其生境。

针对水生野生动物保护区，本工程施工不会对其水体产生直接影响，不改变河流的流向和流量，但管道穿跨越河流可能会产生污染，主要有以下几个方面：①穿越河流施工，直接在河流中挖泥或冲洗建筑材料而引起水质混浊，影响河流水质；②施工期间施工人员的生活污水、生活垃圾、车辆清洗废水等通过雨水冲刷流入河流可能会对河流造成污染，使水质下降；③施工还可能产生一定量的废弃泥浆和钻屑等固体废弃物，处理不当或堆入河道内也有可能污染水体，并且施工机械油料的泄漏有可能流入水体污染河流水质。

以上情况可能会对水质及水生野生动物的生存环境产生一定影响，但是严格规范施工方法、强化管理、做好环境检测及做好相应的水土保持恢复措施，施工期间及营运期出现这样情况的几率会大大减小。并且本工程穿越长江湖北宜昌中华鲟自然保护区采取盾构隧道方式穿越河流，管线位于河床之下，项目在施工过程不直接与水体接触，不破坏现有河道，不会对河滩湿地生态产生影响，不改变水体水文和水质状况，原有水利设施、生态环境不会受其影响。

本工程穿越自然保护区，临时占地和永久占地不可避免造成重要生态功能区的植被破坏和水土流失，且施工活动产生的噪声、振动也会在一定程度上干扰沿线的居民和野生动物的正常活动，施工产生的废弃物和施工人员产生的生活垃圾和废水的处理排放不当，都可能对阔叶林及其生境产生影响。但是本工程采取钻爆法和定向钻的方式穿越自然保护区，管道出入土点均不在自然保护区内，在严格管理条例、做好环境检测和做好相应的恢复工作后，工程施工对保护区的植被和生境的影响很小。施工产生的噪声影响是暂时的，尽量避免不要在夜间施工，并且做好和附近居民的沟通工作。

6.2.2.2　对森林公园的影响分析

本工程穿越的森林公园有重庆市合川区九峰山森林公园、渝北区南天门森林公园、黄水国家森林公园、清江国家森林自然公园和巴东国家级森林公园共 5 处。

本工程穿越森林公园，施工活动及施工人员产生的生活垃圾处理不当的话，会对施工地及其周围环境产生影响，但是除了出入土点的施工影响，对森林公园内部均不会产生直接影响。工程采取开挖的方式穿越清江国家森林公园，主要利用旧的管道，所以只会对开挖施工地及其周围环境会产生一定的影响，因为开挖地相对面积较小，所以对森林公园内部及其中生活的野生动植物不会产生明显的影响，会对森林公园的部分土壤结构、肥力及物理性质产生破坏，但是随着施工结束会逐渐得到改善，一般施工结束后 1-2 年即可逐渐恢复。

施工地产生废弃物、机械运行产生的污染物及施工人员产生的生活垃圾若不能进行及时的处理或者处理不当，也会对周边环境产生一定的影响。施工期可能会由于地质条件、水文气象条件、技术协调等问题，造成一些工期延误、工程质量问题。所以要严格规范施工技术，加强人员管理，在安全施工的基础上，保障施工区域和森林公园的生态环境。

6.2.2.3　对湿地公园的影响分析

本工程穿越的湿地公园有重庆市合川区三江湿地公园分区、环荆州古城湿地公园和枝江玛瑙河省级湿地公园共 3 处。

本工程以定向钻的方式穿越湿地公园，出入土点均位于湿地公园范围以外，本工程穿越不会阻碍交通，不会破坏绿地、植被，不会对居民生活和工作产生干扰，也不会对交通、环境、周边建筑物基础产生破坏和不良影响。在施工期间，产生的施工废水、生活污水及废渣等，若直接排放到周围环境中，就会对水环境、水生生物及植被等产生不良影响。所以要严格监督管理制度，对施工期间产生的废弃物进行回收处理。

本工程对湿地公园生态环境的影响非常小，施工期间施工地及其周围小范围内会有暂时的影响，但是随着施工结束会恢复为原状，运行期间也不会对湿地公园的生物及生境产生影响。

6.2.2.4　对水产种质资源保护区的影响分析

本工程穿越的水产种质资源保护区有琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区和清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区共 3 处。

本工程采取钻爆法和顶管法穿越水产种质资源保护区，施工过程会引起周围土地和河流的震动及产生一些噪声，可能会对保护区的鱼类产生干扰，但是其对地面的影响小，不会对施工地以外的地方造成影响和破坏，并且施工结束恢复施工地的植被，施工产生的影响会随着施工结束而消失。正常运营期不会对水产种质资源保护区的生态环境和生物群落产生影响，非正常情况下，可能会因为一些自然或人为因素对管道造成影响，导致天然气泄漏，天然气泄漏对水生生物无明显影响，但是会有一定的经济损失，所以运营期要做好监测防护工作，保障正常运营。

对水产种质资源的影响，施工过程中，若施工人员管理不善，捕捞江中的鱼类，将对其水生生物资源产生一定影响。施工垃圾和施工人员生活垃圾处理不当可能会造成河流污染、水质下降，将影响水生生物的生存环境和渔业生产。竖井施工区域距离河流直线距离均在 1km 以上，本工程施工活动中的车辆、设备噪声及人员往来等，对种质资源保护区水生生物基本无影响。

本工程穿越水产种质资源保护区，施工活动可能会对其鱼类产生一定的影响。但是，由于本工程采用非开挖的方式穿越长江，施工活动对种质资源的影响很小。

6.2.2.5 对风景名胜区的影响分析

本工程穿越的风景名胜区有重庆市合川区缙云山国家级风景名胜区和甘井沟市级风景名胜区共 2 处。本工程分别采取钻爆法和开挖的方式穿越这两个风景名胜区。

在施工期间，钻爆法穿越产生的废弃物和施工人员产生的生活垃圾若处理不当和不及时，会对出入土点施工地及其周围环境产生影响，但是随着施工结束及进行植被恢复后会逐渐得到改善。管沟开挖会对施工带内的植物造成直接性、彻底性的破坏，管够覆土后，两侧 5m 的范围内不可种植深根植物，导致施工作业带内深根植物的破坏是不可恢复的；且管沟开挖会导致土壤理化性质、紧实度、持水能力的变化，会影响管道周围一定范围内的植被的生长状况。但是开挖的施工扰动土地面积相较于整个评价区是很小的，在林地段施工尽量缩小施工带的宽度，要利用已有道路，减少施工便道的修筑，做好施工后植被恢复工作，因此施工活动对风景名胜区造成影响相对较小。

运行期间，初期植被未完全恢复，覆盖率较低，水土保持功能不能完全恢复。随着植被的恢复，受施工影响的动物也会恢复原有的状态。运营期可能会因为一些自然和非自然因素引起事故发生，导致天然气泄露，造成火灾等。所以要做好预防工作，降低事故发生率。

施工过程及工程完成后都不会对这两个风景名胜区内部的土地、森林及野生动物等自然资源产生明显的影响，也不会影响游客对风景名胜区的观赏。

6.2.2.6 对水源保护区的影响分析

本工程涉及的水源保护区有内江市第三水厂沱江对口滩饮用水水源保护区、柏林寺水库、长寿区双龙镇文家冲水库罗围水厂水源地、长寿区葛兰镇老龙洞葛兰自来水有限公司水源地保护区、大龙潭水库、长江中下游

干流绿葱坡田家坪河流型水源地、巴东县万福河饮用水水源地、猇亭区善溪冲水库共 8 处。

本工程分别采取定向钻方式穿越，对其进行绕避，出入土点在保护区范围以外，除了会在出入土点产生废弃物、钻屑和弃土外，不会对水源保护区产生影响。施工期间应该严格管理，划定人员和机械活动范围，严禁施工人员和车辆进入水源保护内，随意占压划定范围以外的土地；提高工程质量，加强施工管理，加大宣传力度，确保水源保护地的水质不受污染；对施工废弃物要进行集中收集处理，严禁胡乱丢弃。

6.2.3　对生态保护红线及生态空间管控区的影响分析

6.2.3.1　对四川省生态保护红线的影响分析

本工程穿越四川省生态保护红线盆中城市饮用水源-水土保持生态保护红线。本工程主要采取定向钻的方式穿越饮用水生态保护红线，出土点均位于红线区外，不会对饮用水水源的水流、水温、水利条件及水体环境、河流水质产生直接影响，施工地点距离穿越水域的水面一般较远，施工作业废水不会污染水体。工程在上述区域部分地段采用开挖方式施工，均在陆域范围内，不涉及河湖水体。

6.2.3.2　对重庆市生态保护红线的影响分析

本工程在重庆境内共穿越 5 处生态保护红线，均为新建管道。

新建管道在重庆境内均采用定向钻或顶管方式穿越，出入土点均在红线范围外，在红线内不设站场、阀室，无永久及临时占地。工程施工期不会破坏生态红线内管道两侧植被，对穿越段的水质和水系连通状况基本没有影响，不占用湿地鸟类及水生生物栖息地，对水生生态系统影响不大，只要加强管理，防止车辆清洗污水、生活污水等流入河中，对河流与淡水湿地生态系统影响较小。

6.2.3.3　对湖北省生态保护红线的影响分析

本工程在湖北省境内共穿越 5 处生态保护红线(2 处已有管道涉及)，均属于生物多样性维护和水土保持生态保护红线。

新建管道在湖北省境内均采用定向钻或顶管方式穿越，出入土点均在红线范围外，在红线内不设站场、阀室，无永久及临时占地。工程施工期

不会破坏生态红线内管道两侧植被，但可能会对附近局域生态系统有一定的干扰，但这种影响是局部的，由于施工期较短，影响持续时间也是有限的。只要加强管理，施工后及时减少人为活动干扰或生态恢复即可。

6.2.3.4　弃渣场对环境的影响分析

由于管线建设跨距长，管道分段施工，短距离管沟基础开挖产生的余土量较小，大部分可就地回填消化，不产生永久弃渣；仅在个别盾构隧道穿越段，会产生一定永久弃渣。粒径大于 250mm 的石块，不能回填，作为永久弃渣。

本工程设置长江盾构隧道弃渣场 1 处，盾构隧道产生的弃渣，建议与当地有关部门签署弃土弃渣综合利用协议，弃渣弃土能够有效利用，并做好水土流失防治工作。严禁随意堆放，严禁将弃渣倒入附近地表水体，影响水体水质及功能。

本工程长江隧道穿越区域位于长江下游冲积平原区，人口众多、村镇密集，农业生产发达，土地利用程度较高，基本无未利用土地。工程拟选弃渣场为宜昌市，因该区域海拔较低、降水量丰富、地下潜水位埋深较浅，低洼凹陷区域易天然积水形成池塘。

长江隧道弃渣场选址设置在离产渣位置较近的洼地；避开了农田、村镇等人工开发利用区域；不挤占、压缩河道、排灌沟渠；避开了水土流失预防区和重点治理区，不涉及全国水土保持监测网络中的监测站点和重点试验区、泥石流易发区、崩塌滑坡危险区及易引起严重水土流失区；选址区区域周边均为人工林，无保护植物分布；距离最近的生态敏感区长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区直线距离 9km。

弃渣场在施工结束后进行植被恢复，堆渣结束后及时进行土地整治、耕土回填和植被恢复，种植灌草进行绿化或复耕，不会对周边生态环境造成不良影响。

6.2.5　运行期生态环境的影响分析

6.2.5.1　对土壤的影响分析

管道正常运行期间对土壤的影响较小。在清管时只要做好回收工作，就可将其对土壤环境的影响降至最低程度。此外，类比调查表明：管道在

运行期间，地表土壤温度比相邻地段高出 1℃～3℃，蒸发量加大，土壤水分减少。

总之，铺设管道由于改变了土壤结构和土壤养分状况，但通过采取一定的措施，土壤质量将会逐渐得到恢复。

6.2.5.2　对植被的影响分析

运行期管道所经地区处于正常状态，地表植被、农作物生长逐渐恢复正常。按照生态学理论，管道沿线的植被破坏具有暂时性，一般施工完而终止。根据管线所经地区的土壤、气候等自然条件分析，施工结束后，周围植物渐次占据新的生态位，开始恢复演替过程。要恢复植被覆盖，采用人工植树种草的措施，可以加快恢复进程，2 年～3 年恢复草本植被，3 年～5 年恢复灌木植被。

需要指出的是，恢复的含义并非是完全恢复原施工前的植被种类组成和相对数量比例，而只是恢复至种类组成近似，物种多样性指数值近似的状态，但仍有所降低。

1)　正常运行状况下对植被影响

运行期正常情况下，管道所经地区处于正常状态，地表植被、农作物生长逐渐恢复正常。

例如已完工 2 年～3 年的管道，在地下铺设天然气管道的区域，地表植被恢复较好，景观破坏程度很低。这证明了管道输送对生态环境影响最轻，影响范围最小，是一种清洁的运输方式。因此可以认为，正常输气过程中，管道对地表植被无不良影响。

2)　非正常(事故)状况下对植被的影响

事故是指因工程质量低劣、管理方面的疏漏、自然因素(地震、洪水冲刷)及人为破坏等原因造成输气管道的破损、断裂，致使大量天然气泄漏，造成火灾等。事故发生的可能性是存在的，但只要做好预防工作，事故发生的概率可以下降，造成的危害损失可以减少。

气体如果发生泄漏，绝大部分很快会扩散掉，在没明火的情况下，不会发生火灾，不会对生态环境造成危害。如有火源，可引起燃烧爆炸事件，可能会引发火灾，导致植被大面积的破坏，从而对生态环境产生重大影响。

偶发事故引起的危害很大，应从各个环节加以控制，使事故发生的概率降到最低。

6.2.5.3　对珍稀野生动植物的影响分析

与施工期相比，运营期间对野生动植物的影响较小。虽然管道沿线近侧不能再行种植深根植物，但根据现场调查，受工程影响的植被均属一般常见种，其生长范围广，适应性强，不存在因局部植被生境破坏而导致植物种群消失或灭绝，对植物生长影响不大。

管道工程完工后，随着植被的恢复、施工影响的消失，动物的生存环境得以复原，部分暂时离开的动物将回到原来的栖息地，由管道施工造成的对动物活动的影响逐渐消失。由于站场产生的噪声较小，且距周围野生动物栖息地较远，因此，不会对野生动物的活动产生影响。

6.2.5.4　站场工程生态环境影响分析

在运营期间，各站场产生的固体废物除生活垃圾外，在检修（除尘）、作业时会有一定量废渣产生。这些废渣量极少，主要成份为粉尘和少量凝析物，应集中运离站场到指定的地点填埋处置。站场在运行期产生的生活污水，可能会对周围水环境造成影响，合建站场依托原有站内污水处理设施，新建站场生活污水应经过处理后，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准后用于绿化、洒水降尘等，不外排。建设期结束之后，随着站场周围地区的绿化、植被的重建与恢复，原有生态环境的破坏能够得到补偿，从而进一步维护区域的生物多样性。

总体来看，站场在运行期间不会对生态环境产生明显影响。

6.2.5.5　对环境敏感区的影响分析

1）正常状态下对环境敏感区的影响

管线建成后运行正常，经过一段时间的恢复，地表的生物都会恢复到原有的正常状态，对敏感区的环境是没有不良的影响。

2）非正常状态下对环境敏感区的影响

运营期中可能会因为工程质量问题、管理方面、自然因素（地震、洪水等）及人为破坏等造成输气管道的破裂、断裂，导致天然气泄漏，会对大气环境造成一定的影响，也可能会遇到明火而引起火灾，引发森林火灾，

危害敏感区的生态环境，影响生物多样性。所以要做好预防工作，施工时要严格监督管理，提高工程质量，运营期间要做好检查防护工作，降低事故发生概率。

6.2.5.6　对地下水环境的影响分析

在正常情况下的运营期间，是不会对地下水产生影响的。非正常运营情况，可能会存在天然气泄漏的情况，天然气不会污染水体，但是地面沉降、地裂缝等自然或人为因素，可能会引发管道爆管，管道腐蚀可能会导致土壤腐蚀，导致携带挥发性有机物的油气的泄漏，从而影响地下水环境，或者影响附近居民的用水。所以运营期要科学勘测，健全监测体制，完善防护措施。针对事故状况，要及时修复，修护受损生态环境。

6.2.6　生态系统完整性影响分析

本工程是以非污染生态影响为主的一项建设工程，项目主要特点是影响线路长且呈带状分布，对生态的影响主要集中在施工期，但项目对评价区生态系统结构和功能的负面影响是可逆的。随着施工期的结束，评价区生态系统是可以逐渐恢复的。

评价区内对生态环境的影响主要是在对土地的占用、对土壤的破坏、对农业生态系统的影响等，但施工期是分段进行，对每段的影响时间较短，且管道建设为埋地敷设，不存在对生态系统阻隔作用，不会破坏生物多样性以及生态系统的完整性。

1)　根据现状调查及相关资料，工程建设不会导致物种数量锐减，不会影响其生态系统的稳定性和完整性。对于沿线河流型的敏感目标难以避绕的，均采用定向钻方式穿越，出入土点位于河堤外，穿越敏感目标陆域采用人工开挖，尽量缩小施工作业带宽度，并在施工后做好植被恢复，可将施工期的影响降到最低。

2)　从植物种类来看，在施工期作业场地被破坏或影响的植物均为广布种和常见种，且分布也较均匀。因此，尽管项目建设会使原有植被遭到局部损失，但不会使评价区植物群落的种类组成发生变化，也不会造成某

一植物种的消失。从影响面积和影响程度来看，工程建设对生态系统的结构和功能影响较小，亦不会影响区域生态系统的完整性和稳定性。

3） 评价区野生动物种类较少，调查期间未发现大型野生哺乳动物，现有的野生动物多为一些常见的鸟类、啮齿类、昆虫以及适应农耕环境的动物群，对现有野生生物的栖息及迁徙不会造成很大影响。项目建设不会使评价区野生动物物种数发生变化，其种群数量也不会发生变化。

4） 本工程在四川、湖北境内沿线分布着许多河流类型的湿地，很多动物将其作为栖息繁殖地或越冬场所，它们的存在对于维持生态系统功能具有重要作用。

施工期加强对施工人员的培训管理，通过划定活动范围、严禁捕猎野生动物等措施，项目的建设对区域内保持生态系统的完整性影响不大。

在有效地实施各项生态环境保护措施，本工程建设区域生态环境将得到恢复，对生态系统稳定性和完整性影响较小。

6.2.7 生态影响的补偿

本工程总占地约 3956.96hm²，其中要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给予一定的补偿。目前我国关于生态补偿立法工作已全面展开，但还没有补偿标准，本报告对于自然生境按照采取人工方式恢复生境所需费用进行估算；对于农田，一般采取将土地平整后交由农民恢复种植的方式，只记土地平整费，恢复种植费不计入内。

6.3 环保措施有效性评价

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段（二阶段）与川气东送一线大体并行敷设，对川气东送一线工程进行生态环境现状评估是评判施工作业带影响和现有环保措施有效性最直接的途径。因此，我们在并行的川气东送一线管道沿线设置了30个样方进行统计调查，其中包括不在二线管道工程评价范围内的一线恢复样方19个和包含在二线管道工程评价范围的利旧管道样方11个。样方位置在管线的相对位置图见图6.1-5。具体样方法如下：

如果川气东送二线与川气东送一线工程不直接并行，在川气东送一线施工 500m 宽区域内，与附近川气东送二线评价样方相同生境内设置川气

东送一线恢复样方。样方调查内容和取样同距离最近的川气东送二线对照样方。恢复样方属于川气东送一线工程之后的植被恢复类型，作为对照的川气东送二线评价样方则处于未受扰动区域，通过成对 t-检验分析的方法比较植物物种多样性、盖度、生物量方面的差异评价环保措施有效性。

如果川气东送二线与川气东送一线工程直接并行，则川气东送一线施工500m宽区域内设置的样方即为利旧管道样方，这部分样方同样是属于川气东送一线的恢复样方，因此同样可以用于评价环保措施的有效性。

6.3.1 样方植被恢复情况分析

一线恢复样方和二线对照样方的植被总盖度和物种丰富度信息见表6.3-1，利旧管道样方的植被总盖度和物种丰富度信息见表6.3-2。物通过对比分析样方内物种丰富性、α多样性、生物量的参数指标对一线工程的环保措施有效性进行评估，并据此对二线管道工程的环保措施有效性进行预测。

结果表明一线恢复样方和二线对照样方在植被总盖度和物种丰富度都没有明显差异（总盖度：$t = 1.1479$，$P = 0.2660$；物种丰富度：$t = 1.7528$，$P = 0.0966$；表6.3-1，图6.3-2）。同样，利旧管道样方与其他样方相比，植被覆盖度和物种丰富度水平也没有显著差异。整体而言，植被的覆盖度都很高，物种也相对丰富，这说明川气一线工程的植被恢复状况良好，环保措施非常有效。在位于重庆市黄水国家森林公园北余家坪的利旧管道沿线，利旧样方63号，在调查时还发现1株国家二级保护植物斑叶兰，9月份正处于花期。尽管样方中只有一株，但这也说明在生境和植被恢复效果都是有效的。

表 6.3-1 一线恢复样方与二线对照样方植被数据对比

一线恢复样方			二线对照样方			所属生态区
样方编号	植被盖度(%)	物种数量	样方编号	植被盖度(%)	物种数量	
3	90	9	1	74	6	江汉平原农产品提供功能区
4	100	9	2	100	6	江汉平原农产品提供功能区
6	80	6	7	100	12	江汉平原农产品提供功能区
8	90	7	9	100	12	三峡库区土壤保持功能区
11	100	16	10	100	18	三峡库区土壤保持功能区

14	100	13	12	100	8	三峡库区土壤保持功能区
15	100	6	13	100	5	三峡库区土壤保持功能区
18	100	15	16	100	11	三峡库区土壤保持功能区
40	100	35	47	100	14	鄂西南生物多样性保护功能区
41	95	19	44	100	15	鄂西南生物多样性保护功能区
42	100	18	48	100	22	鄂西南生物多样性保护功能区
43	95	10	45	100	11	鄂西南生物多样性保护功能区
49	100	7	52	100	9	渝东南山区土壤功能保持区
50	88	11	53	100	11	渝东南山区土壤功能保持区
51	95	15	56	95	9	渝东南山区土壤功能保持区
64	100	7	66	100	3	渝东南山区土壤功能保持区
65	100	11	67	100	9	渝东南山区土壤功能保持区
68	95	19	72	100	13	渝东南山区土壤功能保持区
69	100	10	71	95	4	渝东南山区土壤功能保持区

表 6.3-2　利旧管道样方植被数据

样方编号	植被盖度(%)	物种数量	所属生态区
19	100	15	三峡库区土壤保持功能区
20	100	20	三峡库区土壤保持功能区
21	100	8	三峡库区土壤保持功能区
36	95	21	鄂西南生物多样性保护功能区
37	100	15	鄂西南生物多样性保护功能区
38	100	26	鄂西南生物多样性保护功能区
39	95	26	鄂西南生物多样性保护功能区
57	100	15	渝东南山区土壤功能保持区
58	96	11	渝东南山区土壤功能保持区
59	100	9	渝东南山区土壤功能保持区
63	100	24	渝东南山区土壤功能保持区

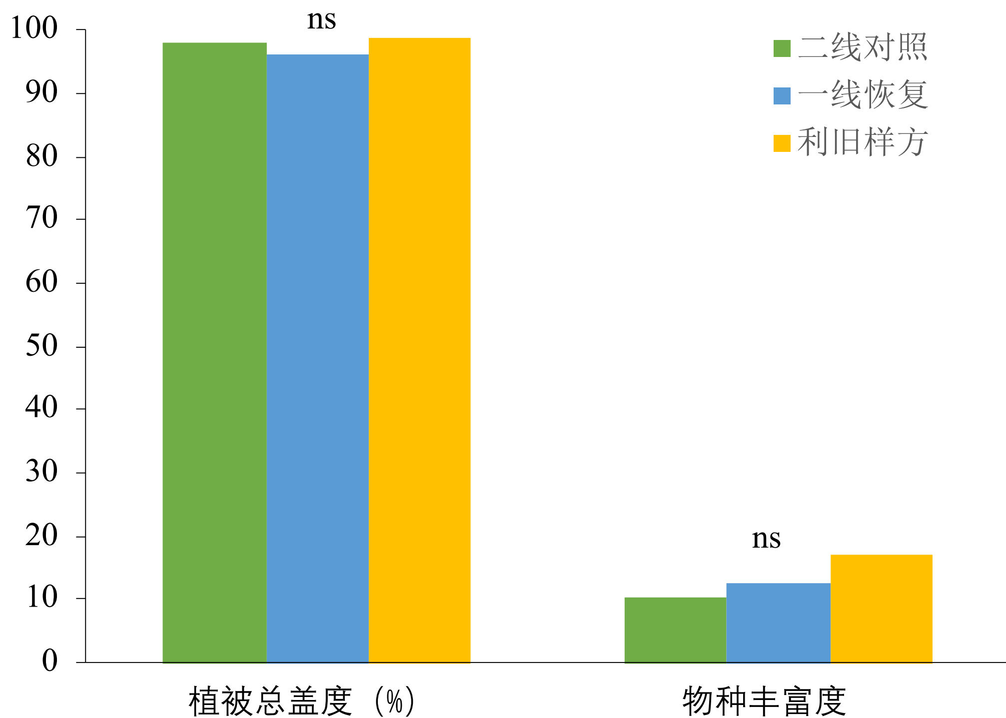


图 6.3-2　一线和二线样方植被总盖度和物种丰富度差异性分析

6.3.2　不同生态功能区植被恢复情况

恢复样方涉及重庆市和湖北省境内四个生态功能区，即渝东南山区土壤功能保持区、鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区和江汉平原农产品提供功能区。为了阐明不同生态功能区内植被恢复是否具有差异性，不成对见图6.3-1下文对各个分省-生态功能区的环保措施评价分述如下。

1）　重庆段：渝东南山区土壤功能保持区

对于重庆段，结合重庆段一线恢复对照样方同当地生境基本类似的现状以及且施工预计对生物量损失较小的情况，认为一线恢复对照样方基本可以代表当地的生境现状，从图 6.3-1 可获得如下结果：植物群落的 α 多样性(物种丰富度、香浓指数和辛普森指数)、均匀度指数、Chao1 指数和群落生物量在一线恢复样方和一线恢复对照样方之间均未发现有显著差异。以上说明一线的恢复效果良好。

2）　湖北段：鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区、江汉平原农产品提供功能区

结合湖北段一线恢复对照样方同当地生境基本类似的现状以及且施工预计对生物量损失较小的情况，分生态功能区分析并讨论α多样性、均匀度指数、Chao1 指数和群落生物量。对于鄂西南生物多样性保护功能区，该区段植物群落的α多样性(物种丰富度、香浓指数和辛普森指数)在一线恢复样方和二线新建管道样方之间也未发现差异显著，均匀度指数、Chao1 指数和群落生物量在一线恢复样方和二线新建管道样方之间均未发现有显著差异。以上说明鄂西南生物多样性保护功能区的一线恢复情况在群落α多样性、均匀度指数的植物个体属性和群落总体生物量各个方面的恢复效果基本同当地生境的现状类似，恢复效果良好。

对于三峡库区土壤保持功能区，该区段植物群落的α多样性(物种丰富度、香浓指数和辛普森指数)、均匀度指数、Chao1 指数和群落生物量在一线恢复样方和二线新建管道样方之间均未发现有显著差异。以上说明三峡库区土壤保持功能区的一线恢复情况在群落α多样性、均匀度指数、Chao1 指数的植物个体属性和群落总体生物量各个方面的恢复效果基本同当地生境的现状类似，恢复效果良好。在三峡库区土壤保持功能区调查一线恢复样方期间，发现国家Ⅰ级重点保护野生植物银杏 1 株，而对照的二线新建管道样方则未发现银杏，可能是因为川气一线管道破坏后的生境经人工种植植物修复当地生态。

对于江汉平原农产品提供功能区，该区段植物群落的α多样性(物种丰富度、香浓指数和辛普森指数)、群落加权平均指标和群落生物量在一线恢复样方和二线新建管道样方之间均未发现有显著差异。以上说明江汉平原农产品提供功能区的一线恢复情况在群落α多样性、均匀度指数、Chao1 指数的植物个体属性和群落总体生物量各个方面的恢复效果基本同当地生境的现状类似，恢复效果良好。

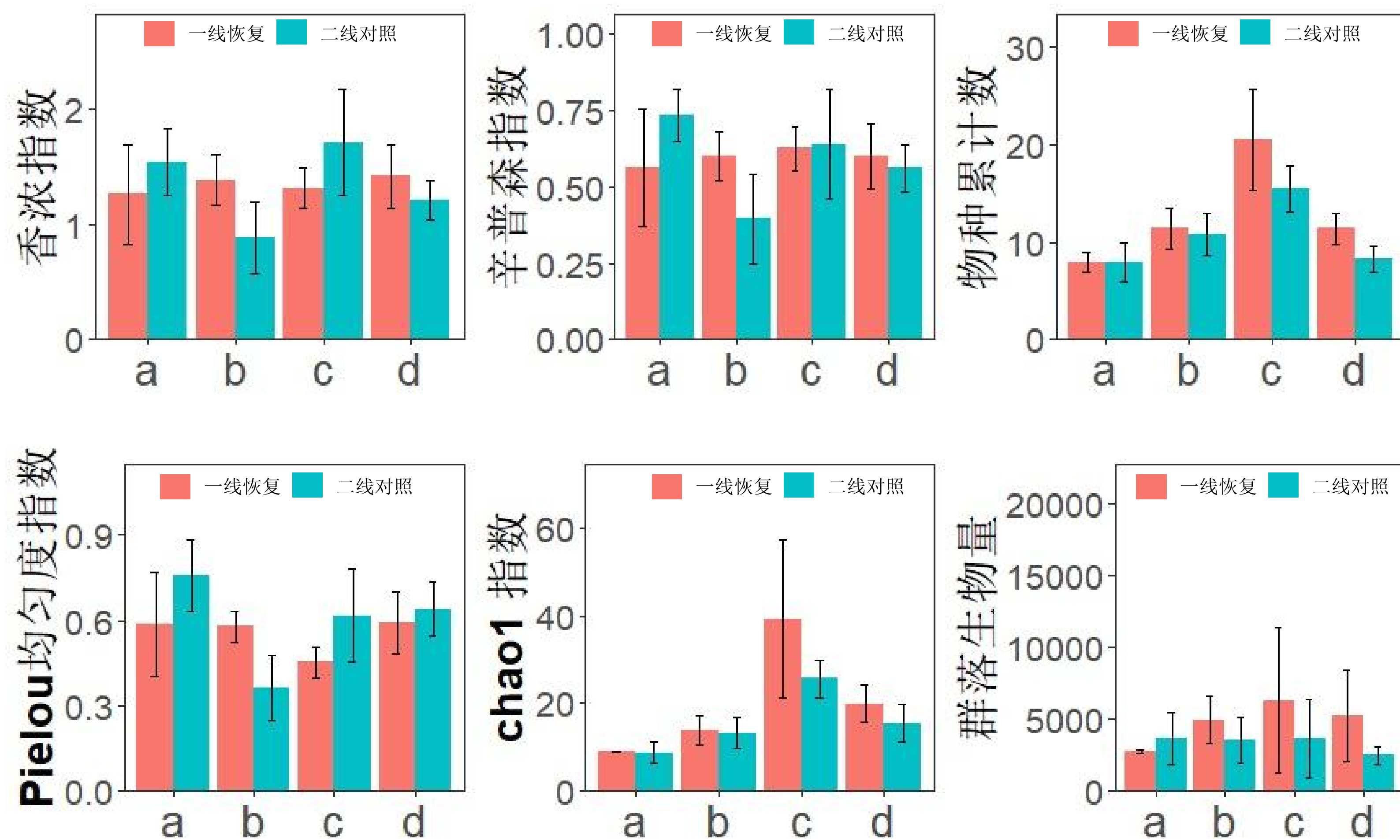


图 6.3-1　植物群落在各生态功能区的恢复现状
(a:江汉平原农产品提供功能区;b:三峡库区土壤保持功能区;c:鄂西南生物多样性保护功能区;
d:渝东南山区土壤功能保持区)

6.3.3 分敏感目标环保措施有效性分析

此次调查的一线恢复样方和二线新建管道样方(与一线恢复样方对照的部分)涉及了自然保护区、风景名胜区、水产种质资源保护区、湿地公园、森林公园共 9 处，以下按照不同敏感目标类型评价其环保措施。

6.3.3.1 自然保护区内的环保措施有效性

一线恢复样方调查涉及的保护区有大风堡自然保护区、恩施州清江河中上游水生野生动物自然保护区和长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区，参考附表生态样方 49～51、40～43 和 14～15，主要植被群落类型为喜树林、枫杨柳杉混交林和杨树人工林，群落生物量很高，分别为 3417.03g/m^2、21422.32 g/m^2和 3642.68g/m^2；林下灌木较少，仅枫杨柳杉混交林和喜树林下有蔷薇科和少量其他类型的灌木；林下草本和附近草本群落物种较丰富，主要是荩草、车前、芒、葎草、狗尾草等常见杂草及一些蕨类植物等，符合当地对照的二线新建管道样方 52～56、45～48 和 12～13 的植被情况，恢复情况良好。

6.3.3.2 森林公园内的环保措施性评价

一线恢复样方调查涉及的森林公园是重庆黄水国家森林公园，参考附表生态样方 64～65，主要植被群落类型为川莓灌丛，主要植物有川莓、木姜子和插田泡等灌木，同时附生路边青、茜草和两型豆等常见草本，群落生物量较高，约为 839.10g/m^2，符合当地对照的二线新建管道样方 66～67 的情况，恢复情况良好。

6.3.3.3 风景名胜区内的环保措施有效性

一线恢复样方调查涉及的风景名胜区是甘井沟市级风景名胜区，参考附表生态样方 68～69，主要植被群落类型为栾树林，群落生物量很高，大约为 3430.45g/m^2，还发现国家Ⅰ级重点保护野生植物银杏 1 株和少许樟，，林下灌木主要为蔷薇科灌木，林下草本层和附近草本群落物种极其丰富，群落生物量高达 20990.5g/m^2，符合当地对照的二线新建管道样方 71-72 的情况，恢复情况良好。

6.3.3.4 对湿地公园的环保措施

一线恢复样方调查涉及的湿地公园有枝江玛瑙河省级湿地公园和环荆州古城国家湿地公园、参考附表生态样方 6 和 3-4，主要植被群落类型为枫杨和复羽叶栾树林，枝江玛瑙河省级湿地公园的林下植被种类较少且单一，环荆州古城国家湿地公园的林下草本和附近草本相对较多，但种类也比较单一，群落生物量分别为 2514.33g/m² 和 2991.23g/m²，符合当地对照的二线新建管道样方 7 和 1～2，恢复情况良好。

6.3.3.5　水产种质资源保护区内的环保措施有效性

一线恢复样方调查涉及的水产种质资源保护区是清江宜都段中华倒刺鲃国家级水产种质资源保护区，参考附表生态样方 18，主要植被群落类型为栾树林，群落生物量为 3367.06g/m²，林下灌木丰富，主要有冻绿、假奓包叶、乌泡子、鸡矢藤和算盘子等，草本层植被较少，符合当地对照的二线新建管道样方 16 的情况，恢复情况良好。

6.4 小结

6.4.1 生态环境现状

根据《全国生态功能区划》(修编版，2015)，根据《全国生态功能区划》(修编版，2015)，管线所经过的地区分属于 I-02-13 鄂西南生物多样性保护功能区、I-03-07 三峡库区土壤保持功能区、I-03-08 渝东南山区土壤保持功能区、II-01-19 江汉平原农产品提供功能区、II-01-30 四川盆地农产品提供功能区、II-02-05 川东丘陵林产品提供功能区。

新建管线工程自西向东四川盆地农产品提供功能区、川东丘陵林产品提供功能区、渝东南山区土壤保持功能区、鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区、江汉平原农产品提供功能区共 6 个生态功能区。

工程评价范围内的农业栽培植被主要水稻、玉米、番薯和大豆等；管道沿线所经林地以天然次生林和人工林为主，主要树种包括马尾松林、柳杉林和杨树、榆树和栾树；野生灌草主要有牡荆、葛、火棘、杂类草草甸等。

沿途植物调查共发现有 353 种植物，分属 104 科，259 属。最常见的是菊科(32 种)、蔷薇科(24 种)及禾本科(18 种)植物。沿途物种多为普通常见种，受保护植物仅发现斑叶兰一种，为国家一级保护野生植物。通过对管道沿线的现场调查、走访及收集资料，管道沿线两侧评价范围内未发现古树名木的分布。

管道沿线动物多样性较为贫乏，以常见物种居多。调查期间在评价区域内未发现大型珍稀国家重点保护动物。由于湖北省境内山地森林植被和湖泊湿地较多，很多动物种类将其作为栖息繁殖地或越冬场所，所以不排除红隼、黄嘴白鹭等国家级重点保护野生动物会出现在项目区域的可能性，同时大天鹅、丹顶鹤等候鸟种类中的国家级重点保护野生动物迁徙途中也有可能出现在项目区域。

工程河流大中型穿越共计63处，穿越河流涉及内四川盆地和长江中下游地区。四川盆地主要涉及沱江、嘉陵江、长江。工程在长江上游区主要涉及三峡库区。鱼类多为中国江河平原鱼类。

管道沿线土壤类型主要有紫色土、棕壤、黄棕壤、潮土、水稻土等。评价区土地利用现状以耕地为主。

管线所经区域涉及生态敏感目标较多。经核实，新建管线穿越的管线共涉及生态敏感目标28处。其中穿越25处，近距离9处。管道的生态敏感目标中，7处自然保护区、2处风景名胜区、3处水产种质资源保护区、8处饮用水源保护区、3处湿地公园、5处森林公园。

管线所经区域涉及生态红线及生态空间管控区较多。经核实，管线穿越的生态红线区共有10处(2处为利用现有管道涉及)，其中重庆境内5处(2处为利用现有管道涉及)，湖北省境内5处。

6.4.2 生态环境影响分析

工程永久占地主要为站场、线路截断阀室、标志桩、加密桩、警示牌、渣场等；临时占地主要为管道施工作业带、堆管场地、施工便道等。

工程建设后，生物量总计将减少2054.07t，占扰动范围内总生物量的3.57%，对自然体系生产能力影响较小，自然体系基本可以恢复稳定状态。

管沟开挖、建设施工便道等过程将会在一定程度上破坏野生动物栖息的生境，影响它们的正常取食活动，但由于野生动物迁移能力较强，它们在受到干扰后，能迁移到周边相对较好的生境。

顶管、定向钻、盾构等施工方式基本不会对水生生物造成影响；直接开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，影响水生生物的生存环境；水质遭到污染、饵料生物量的减少等生境条件遭到破坏，将会对鱼类的种群结构和数量产生一定影响。

工程施工对土壤质量的影响主要为扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构，混合土壤层次、改变土壤质地，影响土壤养分，影响土壤紧实度以及各种废弃物的污染影响。

工程设置弃渣场1座，用于长江盾构隧道堆放管沟回填所余石渣。弃渣场对周围环境的主要影响是占用土地，改变原土地利用性质。弃渣场在施工结束后进行植被恢复。

6.4.3 生态保护与恢复措施

加大生态环境保护宣传力度，加强施工期环境管理，强化施工人员环

保意识，规范施工，做好施工组织安排工作，严格遵守操作规程。针对各生态分区具体情况，采取针对性措施。

对于重点保护野生植物，较小植株进行移植，较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避绕。严禁捕猎各类野生动物及捡拾鸟蛋，发现野生动物繁殖地，应尽量避开，不得干扰和破坏野生动物的栖息、活动场所。禁止施工人员对野生动物进行恐吓、惊扰和猎杀，应避开鸟类孵化期。避免施工噪声和夜间照明对野生动物栖息的影响。

管道沿线以农业植被为主，植被恢复措施中以农田复垦措施为主，在穿越林地、园地等区段选择合适树种、灌草种类进行植被恢复。

施工结束后，对施工便道进行平整，采用灌草结合的方式进行植被恢复。

穿越水域段对于大开挖方式应选择在枯水期进行，且应避开雨季；盾构、定向钻穿越要设置防渗泥浆池；规范施工人员的活动范围，划定适宜的堆料场所，严禁施工材料乱堆乱放，减少植被的破坏范围；涉水施工避开鱼类繁殖期；不得向穿越河流、附近水塘丢弃生活垃圾和施工废物。

对沿线穿越的生态敏感目标，均需征得上级主管部门的批准方可建设。施工单位工作人员禁止捕猎任何野生动物，减少夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰。限定并尽量缩小施工作业范围，车辆按固定线路行驶。限定施工人员活动范围，严格控制施工作业区域以外的其它活动；不设施工营地，及时清理、回收生活垃圾和施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)并妥善处理。以盾构、定向钻施工方式穿越敏感目标中的河流时，产生的废弃泥浆和废钻屑等严禁随意弃置或堆放在河漫滩中：产生的废弃泥浆经固化后外运至环卫部门指定的地点进行掩埋，废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复。

对于穿越的生态红线区，施工营地尽量设置在生态保护红线区界外，严格控制设置施工场地和施工便道。不得在水源涵养类生态红线区内清洗施工器具、机械等。固化泥浆应运出生态红线区异地处置。管道试压废水经收集进行沉淀处理后，按当地环保部门指定地点或指定方式进行排放，不得随意排入穿越的生态红线区内。

本工程建设要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给与一定的补偿。

综上所述，本工程建设将不可避免地改变评价区土地利用类型，对工程沿线自然植被、野生动植物、土壤环境、水生生态产生一定的不利影响，但工程建设产生的不利影响在采取路由优化、“三废”治理、生态保护、生态恢复、生态补偿等一系列措施后可以得到有效缓解。从生态保护角度分析，项目建设具备可行性。

7 环境空气影响评价

根据工程建设和运行特点，可将本工程对环境空气的影响分为施工期和运行期两个阶段。施工期，管沟开挖、站场建设及施工便道的建设产生的扬尘，管道焊接产生的烟尘，施工机械、车辆产生的废气会对施工场地周围的环境空气造成一定的影响；运行期，主要是各工艺站场排放的废气对周围环境空气的影响。

7.1 环境空气质量现状调查

为了解沿线环境空气现状，本次评价重点对管道沿线区域的环境空气质量进行了达标性判定，并对沿线部分站场所在区域的环境空气质量现状进行了监测。

7.1.1 项目所在区域达标性判定

本次评价选择 2022 年作为评价基准年。

本工程线路位于重庆市与湖北省两个省（直辖市）境内，经过重庆市、恩施州、宜昌市、荆州市。

沿线各市环境空气质量描述如下，达标判定情况见表 7.1-1。综合判定，本工程所在区域为不达标区。

1） 重庆市

重庆市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 10ug/m^3、29ug/m^3、48ug/m^3、31ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1mg/m^3，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 144ug/m^3；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

2） 恩施州

恩施土家族苗族自治州 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 7ug/m^3、11ug/m^3、43ug/m^3、26ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.2mg/m^3，O_3日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 116ug/m^3；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值。

3） 宜昌市

宜昌市 2022 年 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为 6ug/m^3、24ug/m^3、58ug/m^3、38ug/m^3；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 0.9mg/m^3，O_3日最大 8

小时平均第90百分位数为153ug/m³；超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值的污染物为$PM_{2.5}$。

4) 荆州市

荆州市2022年SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$年均浓度分别为10ug/m³、30ug/m³、78ug/m³、57ug/m³；CO 24小时平均第95百分位数为1.6mg/m³，O_3日最大8小时平均第90百分位数为196ug/m³；超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值的污染物为PM_{10}、$PM_{2.5}$、O_3。

表7.1-1 管道沿线区域空气质量现状评价表

序号	管道途经地级市	污染物名称	SO_2	NO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	O_3
		评价标准μg/m³	60	40	70	35	4	160
1	重庆市	现状浓度(μg/m³)	10	29	48	31	1	144
		占标率	16.67%	72.50%	68.57%	88.57%	25.00%	90.00%
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
2	恩施州	现状浓度(μg/m³)	7	11	43	26	1.2	116
		占标率	11.67%	27.50%	61.43%	74.29%	30.00%	72.50%
		达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标
3	宜昌市	现状浓度(μg/m³)	6	24	58	38	0.9	153
		占标率	10.00%	60.00%	82.86%	108.57%	22.50%	95.63%
		达标情况	达标	达标	达标	不达标	达标	达标
4	荆州市	现状浓度(μg/m³)	10	30	78	57	1.6	196
		占标率	16.67%	75.00%	111.43%	162.86%	40.00%	122.50%
		达标情况	达标	达标	不达标	不达标	达标	不达标

注：1，表中SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$评价指标为年均浓度，CO评价指标为24h平均第95百分位数，O_3评价指标为日最大8h滑动平均值的第90百分位数；

2，表中CO浓度单位为mg/m³。

7.1.2 环境空气质量现状补充监测

7.1.2.1 监测项目、监测时间及频率

本次评价委托监测单位对管道沿线站场进行了现状监测，监测项目为本工程特征污染物“非甲烷总烃”，测其一次值，监测频次均为每日02、08、14、20时采样四次。监测时间具体见表7.1-3。

7.1.2.2 监测分析方法

本次环境空气监测分析方法见表7.1-2。

表 7.1-2 监测分析方法

分析项目	分析方法	方法依据	检出限
非甲烷总烃	气相色谱法	HJ 604-2017 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法	0.07mg/m^3

7.1.2.3 监测点位设置

本次监测对管道沿线的各站场布置了监测点，监测点位设置情况具体见表 7.1-2。

表 7.1-3 各站场监测点位设置情况

序号	点位名称	经纬度	采样时间
1	垫江压气站西侧约 30m5#	30° 8′ 25″ N；107° 19′ 40″ E	2022 年 1 月 5 日--12 日
2	黄草峡首站西南侧约 200m 处 6#	29° 51′ 1″ N；107° 8′ 22″ E	2021 年 12 月 9--16 日
3	铜锣峡首站西侧约 20m7#	29° 46′ 20″ N；106° 49′ 6″ E	2021 年 12 月 9 日--16 日
4	牟家坪首站北侧约 20m8#	28° 39′ 24″ N；104° 53′ 5″ E	2021 年 12 月 9--16 日
5	老翁场东北侧约 50m9#	28° 33′ 58″ N；105° 0′ 30″ E	2021 年 12 月 9 日--16 日
6	大英首站东南侧约 20m10#	30° 31′ 41″ N；105° 17′ 7″ E	2021 年 12 月 24 日--31 日
7	安岳分输站南侧约 90m11#	30° 13′ 33″ N；105° 27′ 9″ E	2021 年 12 月 24--31 日

7.1.2.4 监测结果统计及分析

各站场环境空气质量监测结果见表 7.1-4。

表 7.1-4 沿线站场区域非甲烷总烃监测结果(mg/m^3)

序号	点位名称	经纬度	采样时间	非甲烷总烃监测值
1	垫江压气站西侧约 30m5#	30° 8′ 25″ N 107° 19′ 40″ E	2022 年 1 月 5 日--12 日	0.18-0.73
2	黄草峡首站西南侧约 200m 处 6#	29° 51′ 1″ N 107° 8′ 22″ E	2021 年 12 月 9--16 日	0.34-0.71
3	铜锣峡首站西侧约 20m7#	29° 46′ 20″ N 106° 49′ 6″ E	2021 年 12 月 9 日--16 日	0.33-0.56
4	牟家坪首站北侧约 20m8#	28° 39′ 24″ N 104° 53′ 5″ E	2021 年 12 月 9--16 日	0.31-0.76
5	老翁场东北侧约 50m9#	28° 33′ 58″ N 105° 0′ 30″ E	2021 年 12 月 9 日--16 日	0.24-0.51
6	大英首站东南侧约 20m10#	30° 31′ 41″ N 105° 17′ 7″ E	2021 年 12 月 24 日--31 日	0.35-0.61
7	安岳分输站南侧约 90m11#	30° 13′ 33″ N 105° 27′ 9″ E	2021 年 12 月 24--31 日	0.24-0.67

由表 7.1-4 可见：拟建管道沿线站场所在区域环境空气当中的非甲烷

总烃浓度整体较低，最大浓度不超过 0.76mg/m³，满足《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准 2.0mg/m³的限值。

7.2 施工期环境空气影响分析

施工期大气污染物主要为地面开挖、土石堆放、混凝土搅拌等施工过程和运输车辆行驶产生的扬尘(粉尘)，以及施工机械、运输车辆排放的尾气。这些污染物将对周围环境空气造成一定程度的不利影响，但这种影响是短期的，工程结束后很快就会消失。本次评价主要利用同类项目的建设经验和监测结果，类比分析本工程施工期对周围大气环境的影响。

7.2.1 施工扬尘

7.2.1.1 施工场地面源粉尘影响分析

主要来自地面建设工程的土方的开挖、堆放、回填，施工建筑材料的装卸、运输、堆放和混凝土拌合等施工过程。

通过类比调查，在一般地段，无任何防尘措施的情况下，施工现场对周围环境的污染约在 150m 范围内，TSP 最大污染浓度是对照点的 6.39 倍。而在有防尘措施(围金属板)的情况下，污染范围为 50m 以内区域，最高污染浓度是对照点的 4.04 倍,最大污染浓度较无防尘措施降低了 0.479mg/m³。类比数据参见表 7.2-1。

表 7.2-1　某施工场界下风向 TSP 浓度实测值(mg/m³)

防尘措施	工地下风向距离(m)						工地上风向(对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.270	0.210	0.204
围金属板	0.824	0.426	0.235	0.221	0.215	0.206	

在各站场及管道沿线距离村庄较近的地段施工时，要采取洒水、围挡等降尘措施，尽量减轻施工扬尘对周围环境的影响。

7.2.1.2 运输车辆粉尘影响分析

施工阶段汽车运输过程中，会产生扬尘污染。扬尘量、粒径大小等与多种因素有关，如路面状况、车辆行驶速度、载重量、天气情况等。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快、影响范围主要集中在运输道路两侧，

对路边 30m 范围以内的影响较大，而且成线形污染，路边的 TSP 浓度可达 10mg/m^3，随着距离的增加浓度逐渐减小。本工程与敏感保护目标的距离均在 30m 以上，故汽车运输扬尘对周边的环境空气影响程度和范围较小，影响时间也较短。本项目汽车经过的道路定时撒水抑尘，在车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施条件下，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

7.2.2 施工废气

施工废气主要来自施工机械驱动设备排放的废气、焊接工序产生的焊接烟尘和运输车辆尾气。

施工期机械废气主要机械设备所产生的尾气，如钻机和顶管设备等。尾气中的污染物主要有 CO、NMHC 及 NO_x，会对下风向和运输沿线区域产生不利影响。管道工程一般分段施工，施工机械及车辆排放的废气较分散，排放量相对较少，时间较短，对区域环境空气影响较小。

管道焊接过程会产生焊接烟尘，焊接烟尘中主要含有 MnO_2、Fe_2O_3、SiO_2 等污染因子。焊接工序随管道敷设分段进行，焊接烟尘属于流动源且间歇式排放，对周围环境影响较小。

根据类比，施工废气污染物影响距离为施工场所下风向 100m 左右。

7.3 运行期环境空气影响分析

根据工程分析，拟建工程运行期正常工况下各站场不排放大气污染物。站场清管作业、分离器检修以及超压等非正常工况下，会通过放空立管放空少量天然气。

7.3.1 正常工况下的影响分析

本工程采用高压密闭输送工艺，各站场阀室工艺管线安装完成之后，按《石油天然气站内工艺管道工程施工规范(2012 版)》(GB 50540-2009)和《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的要求进行强度试验和严密性试验，阀室使用水进行严密性试压时，无压降不泄漏为合格。站场用气体进行严密性试压时，在试验压力下用发泡剂重点检查法兰、螺纹、卡套、阀门填料函等处，无气泡为合格。同时对非保温地面螺栓、法兰盘等处进行氟碳涂料防腐体系，对要求保温的地面螺栓、法兰盘等处进行无溶剂液体环氧防腐要求。确保管线在正常运行时具有良好的密封性和耐压性。采

用上述措施后，正常工况下，本工程各站场无废气污染物排放，不会对周围环境空气产生影响。

同时，各个站场和阀室均设置相应的管道泄漏检测系统，站场露天工艺区泄露检测采用云台扫描式激光甲烷探测器进行露天工艺装置区的泄漏监测。

7.3.2　非正常工况下的影响分析

7.3.2.1　分析因子

本次评价将站场清管作业排放的非甲烷总烃作为分析因子，分析非甲烷总烃对站场周围环境空气的影响。

7.3.2.2　污染物源强

根据工程分析，每年需要进行 1 次-2 次清关作业，天然气排放量约为 850m^3/次，通过工艺站场外的放空系统直接排放。各站场清管设施以及放空系统设置情况见表 2.2-28。各站场清管作业放空的非甲烷总烃源强见表 7.3-1。

表 7.3-1　各站场清管作业非甲烷总烃排放源强

站场名称	污染因子	排气筒高度 m	排气筒内径 m	烟气出口速度 m/s	烟气出口温度 K	排放工况	排放源强 g/s
垫江压气站	NMHC	15	0.50	1.20	293	间断	0.70
利川压气站	NMHC	15	0.60	0.84	293	间断	0.70
恩施分输清管站	NMHC	15	0.40	1.88	293	间断	0.70
野三关压气站	NMHC	15	0.60	0.84	293	间断	0.70
宜昌分输清管站	NMHC	15	0.40	1.88	293	间断	0.70
潜江分输压气站	NMHC	15	0.60	0.84	293	间断	0.70
牟家坪首站	NMHC	15	0.30	3.34	293	间断	0.70
铜锣峡首站	NMHC	15	0.20	7.52	293	间断	0.70
黄草峡首站	NMHC	15	0.40	1.88	293	间断	0.70

7.3.2.3　估算模式

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)推荐的估算模式进行估算。

7.3.2.4　估算结果及分析

对表 7.3-1 中各站场的源强进行分析可知，利川压气站与潜江分输压气站受非甲烷总烃的影响最大。本次分析将使用估算模式，对非甲烷总烃

影响最大的情况进行估算，估算出非甲烷总烃在下风向不同距离处的浓度分布见表 7.3-2。

表 7.3-2　站场清管作业排放的非甲烷总烃估算浓度分布

离源距离(m)	非甲烷总烃估算结果	
	浓度值 mg/m³	占标率
10	0.02	1.00%
25	0.29	14.50%
46	0.62	31.00%
50	0.61	30.50%
75	0.52	26.00%
100	0.47	23.50%
125	0.39	19.50%
150	0.31	15.50%
175	0.26	13.00%
200	0.24	12.00%
250	0.22	11.00%
300	0.2	10.00%
400	0.18	9.00%
500	0.16	8.00%
600	0.14	7.00%
700	0.13	6.50%
800	0.12	6.00%
900	0.11	5.50%
1000	0.1	5.00%
1200	0.09	4.50%
1400	0.08	4.00%
1600	0.07	3.50%
1800	0.07	3.50%
2000	0.06	3.00%
2500	0.06	3.00%

由表 7.3-2 可见，站场清管作业排放的非甲烷总烃最大落地浓度出现在站场下风向 46m 处，最大落地浓度为 0.62mg/m³，最大占标率为 31.00%。

可见，拟建项目各站场清管作业排放的非甲烷总烃最大落地浓度不超过 0.62mg/m³，最大占标率不超过 0.69%。清管作业最周围环境空气的影响均较小。

8　地表水环境影响评价

8.1　水环境质量现状调查

本工程管道所经河流众多，主要属于长江流域。

干线河流大、中型穿跨越共计31处，穿跨越长度共计14188.53m(6295.6+7892.93)，大型穿越8处，中型穿越23处，其中钻爆隧道1处，定向钻8处、顶管8处、跨越2处、开挖12处。

干线控制性工程河流大型穿跨越共计4处，穿越长度共计7404.2m，均为隧道穿越。

大英-安岳-铜梁支干线河流中型穿越工程共计5处，穿跨越长度共计2477.03m，均为定向钻穿越；沿线河流、沟渠、养殖塘小型穿越共75处，其中定向钻穿越2处，开挖穿越73处。

牟家坪老翁场储气库支干线河流大、中型穿越工程共计3处，大型穿越2处，中型穿越1处，穿跨越长度共计2640m，均为定向钻穿越；沿线主要河流小型、沟渠、养殖塘穿越85处，全部采用开挖方式通过。

铜锣峡储气库支干线无大型河流穿跨越，中型穿越1处，为御临河2，为开挖穿越，沿线主要河流小型、沟渠、水(鱼)塘穿越共35处。

黄草峡储气库支干线无大中型河流穿跨越，沿线主要河流小型、沟渠、水(鱼)塘穿越共21处。

根据《全国重要江河湖泊水功能区划手册》、《四川省水功能区名录》、《重庆市地表水环境功能类别调整方案》和《湖北省水环境功能区划》，确定了工程穿越的主要河流(大中型穿越、水质标准Ⅲ类以及上河流)统计见表8.1-1(1)～表8.1-1(4)。

本章在全面介绍沿线水环境状况的基础上，根据已确定的环境敏感点段重点分析具有饮用水源地功能的地表水体。

表 8.1-1(1)　本工程干线管道沿线河流大型穿越统计

序号	名称	穿越位置	穿越方式	水面宽度(m)	穿越长度(m)	水功能区划	水质类别	备注
1	清江 (恩施市)	湖北省恩施州 恩施市屯堡乡	钻爆隧道	219	600	清江利川、恩施保留区	II	洞庭湖水系 长江支流
2	马口河 (太阳河)	湖北省恩施州 恩施市白杨坪镇	顶管	137	405	-	III	洞庭湖水系 长江-清江-马水河
3	马水河	湖北省恩施州 建始县红岩寺镇	桁架跨越	90	273.6	马水河保留区	II	洞庭湖水系 长江-清江
4	野三河	湖北省恩施州 建始县高坪镇/巴东县大支坪镇	悬索跨越	155	300	野三河巴东-建始保留区	II	洞庭湖水系 长江-清江
5	沮漳河	湖北省荆州市 荆州区七星台镇	顶管	75	767	沮漳河荆州保留区	III	洞庭湖水系 长江支流
6	内泊湖	湖北省荆州市 沙市区观音垱镇	定向钻	285	1250	-	III	长江支流
7	四湖总干渠 (内荆河)	湖北省潜江市 浩口镇	定向钻	74.2	1300	四湖总干渠保留区	III	长江支流
8	东荆河	湖北省潜江市 熊口镇	定向钻	124.2	1400	东荆河保留区	III	长江支流
					6295.6			

表 8.1-1(2)　本工程干线管道沿线河流中型穿越统计

序号	名称	穿越位置	穿越方式	水面宽度(m)	穿越长度(m)	水功能区划	水质类别	备注
1	御临河	重庆市渝北区明月镇	开挖	72	285	御临河川渝缓冲区	III	川江支流
2	大洪河	重庆市长寿区洪湖镇	开挖	40	147	渔业用水	III	川江支流
3	高滩河	重庆市垫江县五洞镇	定向钻	72	812	-	III	川江支流 长江-龙溪河
4	戚家河	重庆市忠县黄金镇	开挖	116	149.44	-	III	川江支流 长江-黄金河
5	车坝河	湖北省恩施州恩施市屯堡乡	开挖	45	150	-	III	洞庭湖水系 长江-清江
6	涂家河	湖北省恩施州恩施市龙凤镇	开挖	23	210.07	-	III	洞庭湖水系 长江-清江-浑水河
7	支井河	湖北省恩施州 巴东县野三关镇	开挖	63	96.5	-	III	洞庭湖水系 长江-清江-野三河
8	泗渡河	湖北省恩施州 巴东县野三关镇	开挖	42.6	139.12	-	III	洞庭湖水系 长江-清江
9	叶溪河	湖北省宜昌市长阳县榔坪镇	开挖	50	70.9	-	III	
10	沿溪一	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	开挖	40	132.07	-	III	
11	沿溪八	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	开挖	29	83.6	-	III	
12	沿溪九	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	开挖	42	155.23	-	III	
13	丹水	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	顶管	55	99	-	III	
14	大溪沟	湖北省宜昌市宜都市红花套镇	顶管	54	129	-	III	
15	玛瑙河	湖北省宜昌市枝江市安	顶管	161.7	545	-	III	洞庭湖水系

序号	名称	穿越位置	穿越方式	水面宽度(m)	穿越长度(m)	水功能区划	水质类别	备注
		福寺镇						长江支流
16	太湖港	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	顶管	43	349	-	III	长江支流入长湖
17	郭聚渠	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	开挖	72	190	-	III	金家湖水库/后湖水库
18	纪北渠	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	顶管	33	109	-	III	联合水库
19	引江济汉	湖北省荆州市荆州区纪南镇	顶管	187	221	-	III	长江支流
20	太湖港(湿地公园)	湖北省荆州市荆州区郢城镇	定向钻	67	980	-	III	长江支流入长湖
21	西荆河	湖北省潜江市浩口镇	定向钻	45	970	-	III	长江-四湖总干渠
22	东干渠	湖北省潜江市熊口镇	定向钻	44	900	-	III	长江-四湖总干渠
23	中沙河	湖北省潜江市熊口镇	定向钻	43	970	-	III	长江-四湖总干渠
					7892.93			

表 8.1-1(3) 本工程干线管道沿线河流穿越控制性工程

序号	名称	穿越位置	穿越方式	水面宽度(m)	水平长度(m)	实际长度(m)	水功能区划	水质类别	备注
1	嘉陵江	重庆市北碚区澄江镇碳坝村	钻爆隧道	320	1160	1228.1	长江三峡水库嘉陵江合川、北碚保留区	II	川江支流
2	长江(忠县)	重庆市忠县忠州镇复旦村	钻爆隧道	950	1193.5	2095.7	长江三峡水库忠县、万州保留区	II	
3	油草河/磨刀溪	重庆市石柱县	钻爆隧道		2541.9	2662.4	磨刀溪渝鄂缓冲区	II	川江支流
4	长江(宜昌)	湖北省宜昌市宜都市红花套镇	盾构隧道	990	-	1418	长江宜昌中华鲟保护区	II	
						7404.2			

表 8.1-1(4)　本工程支线管道沿线河流大、中型穿越统计

序号	名称	穿越位置	穿越方式	水面宽度(m)	穿越长度(m)	水功能区划	水质类别	备注
大英-安岳-铜梁支干线								
1	琼江	四川省遂宁市安居区东禅镇	定向钻	60	571	琼江遂宁保留区	III	川江-嘉陵江-涪江
2	蟠龙河 中型	四川省遂宁市安居区 东禅镇金马寺村	定向钻	46	456.47	-	III	川江-嘉陵江-涪江-琼江
3	岳阳河 中型	四川省资阳市安岳县 岳阳镇王家坝	定向钻	55	468.43	-	III	川江-嘉陵江-涪江-琼江
4	龙台河 中型	四川省资阳市安岳县 白水乡滑狮村	定向钻	40	531.89	-	III	川江-嘉陵江-涪江-琼江
5	平滩河 中型	重庆市潼南区 小渡镇双屋村	定向钻	33	449.24	-	III	川江-嘉陵江-涪江-琼江
					2477.03			
牟家坪老翁场储气库支干线								
1	长江 (宜宾市) 大型	四川省宜宾市江安县阳春镇和怡乐镇交界	定向钻	430	1020	长江上游珍稀特有鱼类保护区	II	长江上游珍稀鱼类国家自然保护区缓冲区
2	沱江 大型	四川省自贡市富顺县怀德镇、长滩镇	定向钻	235	870	沱江富顺开发利用区	III	川江支流
3	长宁河 中型	四川省宜宾市长宁县开佛镇顺河村	定向钻	95	750	长宁河长宁县开发利用区	III	川江支流
					2640			
铜锣峡储气库支干线								
1	御临河 2 中型	重庆市渝北区 统景镇长堰村	开挖	190	210	御临河江津长寿渝北饮用水源区	III	川江支流

8.1.1 管道沿线地表水系概述

本工程经过四川省、重庆市和湖北省等 3 个省，线路经过区域的地表水体主要属于长江流域，川江水系、洞庭湖水系。

长江流域是指长江干流和支流流经的广大区域，横跨中国东部、中部和西部三大经济区共计 19 个省、市、自治区，流域总面积 $180\times10^4km^2$，占中国国土面积的的 18.8%，流域内有丰富的自然资源。长江流域为中国主要内河航运集中地区，素有“黄金水道”之称，干、支流航道里程 $5.7\times10^4km^2$，占全国的 52.5%。

川江在四川省东部。由金沙江流至宜宾市郊汇合岷江水系后，长江东流到巫山县巫峡一段的习称，因位于四川省境内，故名川江。其主要支流左岸有沱江、嘉陵江、小江、大宁河等；右岸有綦江、乌江等。

本工程穿越嘉陵江、沱江、长宁河等属川江水系。

洞庭湖水系指最终汇入洞庭湖的各水网系统，包括洞庭湖平原各河网水道和湘江、资江、澧水和沅江等长江一级支流。水系来水经湖南省城陵矶注入长江。流域面积 $26.28\times10^4km^2$，占长江流域总面积的 14.6%。其中：湖南省境 $20.48\times10^4km^2$，占 78%；贵州省境 $3.04\times10^4km^2$，占 11.6%；其余 10.4%属桂、川、鄂、赣、粤诸省(区)。

本工程穿越的清江、马口河、马水河、沮漳河等属洞庭湖水系。

8.1.2 本工程管道穿越的主要河流

1) 长江

本工程 3 次穿越长江，其中，干线在重庆市忠县、湖北省宜昌市两次穿越长江，牟家坪老翁场储气库注入支干线在四川省宜宾市穿越长江。

(1) 长江(重庆忠县)

本工程干线在重庆市忠县采用钻爆隧道方式穿越长江，隧道水平长度 1193.5m，实长 2095.7m。

隧道进口处位于重庆市忠县忠州镇复旦村；出口分别位于重庆市石柱土家族自治县黎场乡白云村，穿越段位于忠县县城东北约 18km 处，长江北岸有县道 X582，南岸为乡村水泥路可到达附近，局部地段需重新修筑施工道路。交通条件一般。

隧址区内上覆土层为第四系冲洪积粉砂层及坡残积粉质粘土夹碎石层，下伏基岩为侏罗系上统蓬莱镇组泥岩及砂岩互层。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-1 和图 8.1-2。



图 8.1-1　长江(忠县)穿越位置示意

(2)　长江(湖北宜昌)

本工程干线在湖北省宜昌市宜都市采用盾构隧道方式穿越长江，隧道两竖井间距 1418m。

穿越位置北岸位于宜昌市猇亭区云池街办方家岗村，南岸位于宜都市红花套镇红花套村 7 组。南岸有村级水泥公路连接 S254，可直达场地，交通运输条件好；北岸有街道公路与猇亭大道相连，可到达场地，交通运输条件好。

根据岩土工程勘察报告，上层为第四系覆盖层，为全新统及上更新统地层，工程区隧道管线的基岩地层为白垩系上统红花套组第三段紫红色中

厚层～厚层泥质粉砂岩夹透镜体体状分布的粉砂质泥岩、细砂岩、疏松砂岩、砾岩。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-3 和图 8.1-4。



图 8.1-3　长江(宜昌)穿越位置示意

(3)　长江(四川宜宾)

本工程牟家坪老翁场储气库注入支干线在四川省宜宾市江安县阳春镇和怡乐镇交界处采用定向钻方式穿越长江，穿越长度 1020m。

长江右(东)岸以丘陵地貌为主，地表主要为树林，地形起伏较大，岩性以砂岩与泥质砂岩互层为主，地形整体呈中间高，两侧低，左(西)岸相对高差约 59m，穿越段左(西)岸河漫滩为荒地，局部区域为耕种用地，一级阶地上地表沟谷处多为水田、池塘，丘坡处以竹林、旱地为主，部分种经济作物。长江右(东)岸以树林、竹林为主，局部见旱地，出土点附近为竹林，长江左(西)岸入土点为树林。

定向钻入土点位于宜宾市江安县怡乐镇西北方向约 250m，属于丘陵地貌谷地低洼地段，未见不良地质作用和地质灾害，未见活动性断裂通过。

定向钻出土点位于宜宾市江安县阳春镇赵村东侧约 200m，属于长江干流冲积平原二级阶地段，地形起伏，地势较开阔，未见不良地质作用和地质灾害，未见活动性断裂通过。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-5 和图 8.1-6。



图 8.1-6　长江(宜宾)穿越处河道现状

2)　嘉陵江

嘉陵江，长江支流，发源于陕西省秦岭南麓，流经陕西、甘肃、四川 3 省，江水从武牲县之南溪口入合川境，至草街乡出境入北碚，流经大石、钱塘、云门、合阳镇、盐井 5 个区的金子、古楼、利泽、泥溪、内口、云门、大岩、思居、东渡、南屏、龙洞、沙溪、盐井、麻柳、草街共 15 个乡(镇)。

合川境内流程为 89.5km，平均比降 0.33%。据武胜县水文站，站实测嘉陵江水流量多年平均为 918m^3/s。最大为 28900m^3/s。

本工程干线在重庆市合川区盐井镇与北碚区澄江镇境内的草街电站库区交界处采用钻爆隧道方式穿越嘉陵江，隧道水平长度 1160m，实长 1228.1m。

右岸(西岸)为澄江镇碳坝村，左岸(东岸)为盐井镇麻柳坪。穿越处下游距草街航电枢纽及大坝约 2.7km。穿越工程西侧为 G212“兰龙线”，东侧为 G75 兰海高速，场地交通便。

工程区第四系地层分布广泛，主要有第四系全新统残坡积层、第四系全新统冲洪积层，下伏基岩主要有侏罗系自流井组、侏罗系珍珠冲组及三叠系须家河组地层。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-7 和图 8.1-8。



图 8.1-7　嘉陵江穿越位置示意

3)　油草河

油草河，又称磨刀溪，是长江右岸支流，流域地处重庆市东部和湖北省西南部接壤地区，地跨重庆市石柱县、万州区、云阳县和湖北省利川市。磨刀溪在万州区石板滩以上为上游，河长约 74km，其上源称油桥河(油草

河)。油草河(磨刀溪)在万州区石板滩以上分为东支建南河、西支官渡河，东支为干流。干流发源于石柱县冷水乡七曜山西麓，于云阳县新津乡汇入长江。河长 191km，流域面积 3092km^2，天然落差 1151m。多年平均流量 55.8m^3/s，水质较好。有流域面积大于 100km^2的左岸支流 2 条、右岸支流 4 条。

本工程干线在重庆市石柱县采用钻爆隧道穿越油草河，隧道水平长度 2541.9m，实长 2662.4m。

油草河隧道进口处位于重庆市石柱土家族自治县黄水镇横店村，出口位于重庆市石柱土家族自治县枫木镇黄连厂。进口附近有乡村水泥路与国道 G350 相通，出口有乡村水泥路与国道 G350 相通。

隧址区内岩土层主要有第四系全新统残坡积层、冲洪积层和侏罗系中统上沙溪庙组粉砂质泥岩、砂岩。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-9 和图 8.1-10。



图 8.1-9　油草河穿越位置示意



图 8.1-10　油草河穿越处河道现状

4）　清江

清江为长江支流，利川境内流长 92.20km，流域面积 1483km，河床平均坡度 6.3‰，自然落差 386m，最大流量 699m^3/s(1983 年 7 月 12 日)，最大流速 2.20m/s，最小流量 0.11m^3/s(1969 年 3 月 15 日)，最小流速 0.13m/s。溪沟呈树枝状分布，冬枯夏涨。穿越处水水面宽度约 120m，水深约 3.00m，流速约 0.1m/s。清江穿越处附近地段无水文观测站，经初步调查，清江水位随季节变化较大，一般夏秋季节水位较高，河水流速较大，冬春季节水位较低，河水流速较缓。穿越处河床较平缓，河床内为卵石层。

本工程干线在湖北省恩施土家族苗族自治州屯堡乡采用钻爆隧道方式穿越清江，隧道水平长度 600m，实长 628.95m。

隧道进口位于恩施市屯堡乡新街村，隧道出口位于屯堡乡王家嘴村。隧址区地貌单元上属低山区河谷地貌，河谷类型为“宽谷”，河流两岸地形起伏较大。隧道进口位于清江西南岸，高程一般为 468m～498m，局部为陡崖；隧道出口段位于清江东北岸，高程一般为 472m～478m，多数为梯田。

穿越段位于河流略微弯曲的顺直河道上，河水流速较缓。右岸分布有坡洪积粉质粘土层层覆盖，厚度较大，河水对覆盖层有输移作用。右岸岸

坡略缓，Ⅰ级阶地不发育，斜坡地带残坡积物和冲洪积物混合形成边滩，边滩滩面狭窄；在中低水位时水流轴线在河谷内摆动幅度不大，河谷形态变化不大；受下游蓄水影响，河水位涨跌幅度较大。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-11 和图 8.1-12。



图 8.1-11　清江(恩施市)穿越位置示意



图 8.1-12　清江(恩施市)穿越处河道现状

5） 马口河(太阳河)

马口河又称太阳河，马水河支流。太阳河发源于太阳区茶园坡，流经太阳镇东折至白杨区境，东面流至奇羊坝，沿恩施、建始界，于三堰坝注入马水河。河流全长 39.3km，流域呈西北至东南向，流域面积 159.9km^2，地形西北高，东南低，最高山峰海拔 1988m，最低处海拔 420m，相对高差 1568m，河流两侧群山高耸，上游地形狭窄，中游有小块平坝，下游为深沟峡谷。太阳河流域多年平均流量 5.22m^3/s，自然落差 320m。马口河穿越处位于太阳河下游。穿越处为下游老渡口水电站库区淹没区，老渡口水库坝顶高程 484.40m，正常蓄水位 480.00m，设计洪水位 480.36m，校核洪水位 483.45m，死水位 455.00m。据调查，马口河穿越处历史最高洪水位约 467.0m。

本工程干线在湖北省恩施州恩施市白杨坪镇采用顶管方式穿越马口河，穿越长度 405m。始发井位于太阳河西南岸白杨坪镇蓼叶村民房东南侧 75m 处，接收井位于太阳河东北岸业州镇雀儿笼村民房东侧 80m 处。场地地貌单元属低山区河谷地貌，河谷类型为“宽谷”，河流两岸地形起伏较大。穿越段位于河流略微弯曲的顺直河道上，河水流速较缓，两岸河床均有冲洪积粉质粘土层层覆盖，厚度较大，河水对覆盖层有输移作用。管道由西南向东北穿越，操作井附近有乡村水泥公路，道路较窄，交通条件一般。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-13 和图 8.1-14。



图 8.1-13　马口河穿越位置示意



图 8.1-14　马口河穿越处河道现状

6)　马水河

马水河为清江支流，又名盆家河。位于清江中游左岸，发源于湖北省建始县磺坪、当阳坪一带，由北向南流经建始、恩施于两河口注入清江。全长 102.2km，天然落差 1569m，多年平均流量 50.4m^3/s。水系发育，支流众多，主要有太阳河、东洛河、大池河等。马水河流域涉及湖北省建始、恩施两县(市)，流域面积 1709km^2。

本工程干线在湖北省恩施州建始县红岩寺镇采用桁架跨越方式穿越马水河，跨越长度 273.6m。

马水河跨越起点位于金龙观村袁家湾隧道出口东侧约 200m，终点位于大沙河村马家坡隧道进口西侧约 200m 处，管道由西向东跨越。场地地貌属于低山河谷地貌，勘察场地地形较为简单，场区跨越两边高度相差不多，出入孔口高程在 484.17m～486.34m 之间，跨越中部地势较低，整体呈“U”字形，地形起伏较大，地势较开阔。跨越线与河流向近垂直相交，河流两侧主要为灌木林、河滩、荒地。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-15 和图 8.1-16。



图 8.1-15　马水河穿越位置示意



图 8.1-16　马水河穿越处河道现状

7）　野三河

野三河，清江支流。在湖北省西南部。源出建始县细绿葱坡边界(界河)，沿巴东县与建始县界南流，至野山口注入清江。河长 63km，流域面积 1092km^2。中上游流经山区，支流发育，主要有中柱河。

本工程干线在湖北省恩施州建始县高坪镇/巴东县大支坪镇采用悬索跨越方式穿越野三河，跨越长度 300m。

西北岸管道跨越端处于高坪镇附近，交通便利，沿 G318 国道省道可直达场地附近，进场道路为乡镇道路，道路较宽。东南岸跨越端沿 G318 国道可直达场地附近，进场道路为乡村小路，路宽约 5m，道路长约 1km。

跨越场区地貌为中低山溶蚀地貌，跨越场地位于深切河谷两岸，区域内最高海拔 966.4m，位于野三河西岸西北侧山顶处，最低(野三河河谷)为 624.7m，相对高差约为 341.7m。管道跨越依次穿越斜坡、河谷及陡崖、缓坡台地地貌单元。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-17 和图 8.1-18。

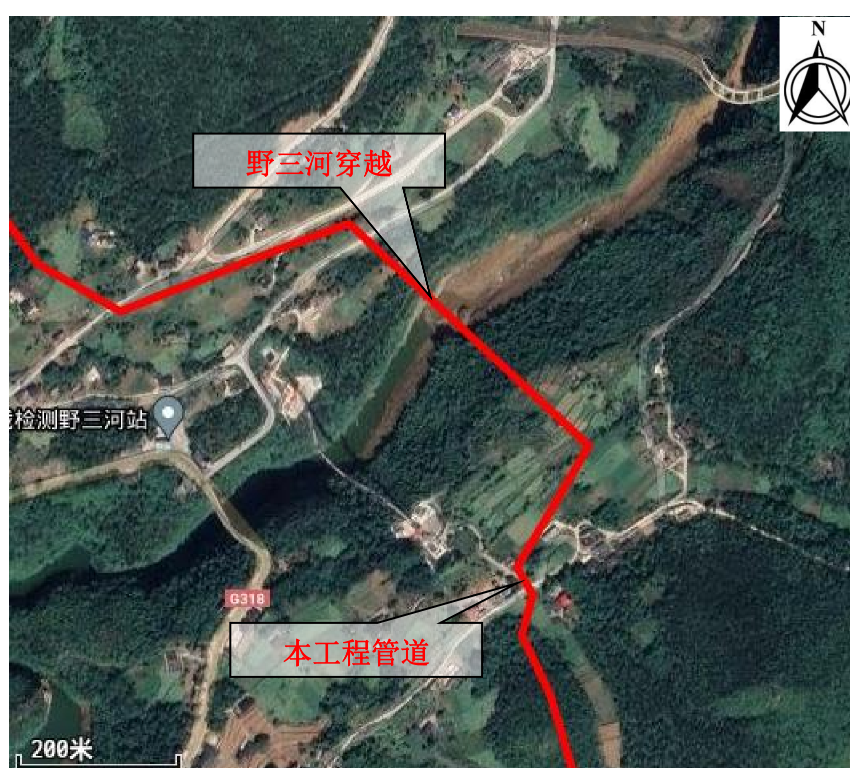


图 8.1-17　野三河穿越位置示意

8）　沮漳河

沮漳河，长江支流。干流全长 322km，河道平均比降千分之 1.0。自源头至两河口，沮河、漳河各自独立，平行穿行于山地、丘陵、岗丘。其中沮河古称雎河，原出保康关山，海拔 2000m。向东南流经南漳、远安至当阳两河口与漳河汇合，河长 230km，河道平均比降 1.89‰，集水面积 3382km^2，占全流域面棋的 46%。沮河自万马桥至峡口洞段，穿行于高山深

谷，水流揣急，峡口镇以下，洞床展宽，但石滩众多，沮河的特点是水系不太发育，两岸支流短促。

本工程干线在湖北省荆州市荆州区七星台镇采用顶管方式穿越沮漳河，穿越长度 767m。始发井位于沮漳河西岸，接收井位于沮漳河东岸。场地地貌属于河流冲积平原地貌，地形较平缓开阔。两侧都为人工堤岸，岸坡为粉土或粉质黏土，河堤左侧为简易路面，右侧为铺装路面；河堤两侧多为麦地、林地、养殖鱼塘及稻田。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-19 和图 8.1-20。



图 8.1-19　沮漳河穿越位置示意



图 8.1-20　沮漳河穿越处河道现状

9） 内泊湖

本工程干线在湖北省荆州市沙市区观音垱镇采用定向钻方式穿越内泊湖，穿越长度 1250m。定向钻出土点选择在内泊湖左岸(出土点距离岸坡背水侧 192m)，入土点选择在内泊湖右岸(入土点距离岸坡背水侧 204m)，河床下管顶最小埋深为 15.7m，穿越层位主要在黏土层和粉细砂层中穿越。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-21 和图 8.1-22。

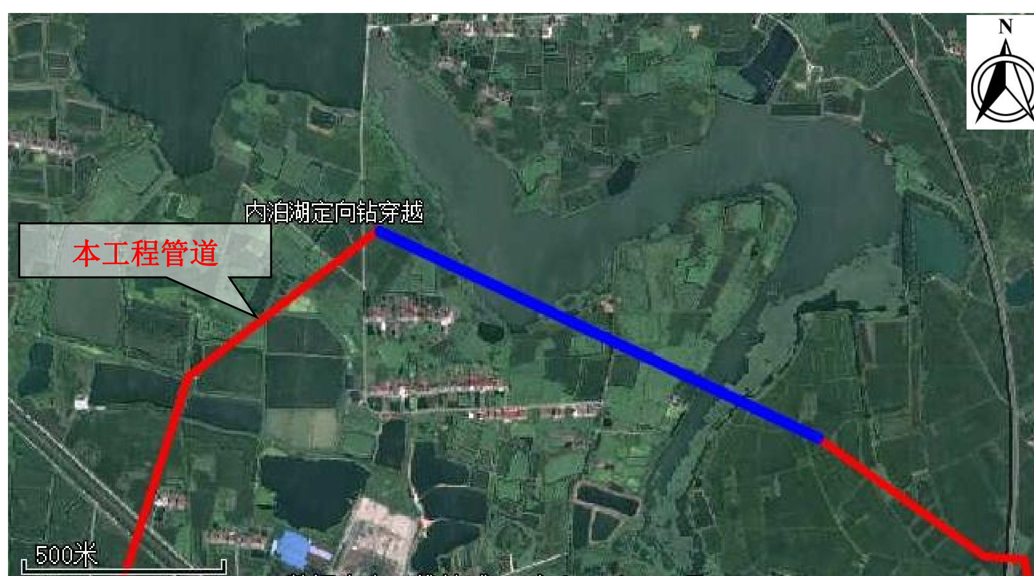


图 8.1-21 内泊湖穿越位置示意



图 8.1-22 内泊湖穿越处河道现状

10） 四湖总干渠

内荆河，长江支流，又称四湖总干渠，在湖北省中部，源出荆门市西南山丘的建阳河、高桥河、观桥河、太湖港等河流汇入长湖调蓄后，南出内荆河(四湖总干渠)，经江陵、潜江、监利、洪湖 4 县市，至洪湖市宋家镇新滩口入江，主河道全长 316km，流域面积 10361km^2。

本工程干线在湖北省潜江市浩口镇采用定向钻方式穿越四湖总干渠，穿越长度 1300m。入土点位于湖北省荆州市沙市区观音当镇习口村东南部，出土点位于湖北省潜江市浩口镇西湾村，管道由西南向东北穿越，河流东西两岸分布有稻田、养殖鱼塘、砖瓦房及苗木地；沿河两岸均有村级水泥路直通现场，水泥路与 G318 及 X010 相连，交通条件较便利。

场地地貌属于河流冲积平原地貌，地形较平缓开阔。两侧都为人工堤岸，岸坡为土质岸坡，河堤东西两侧均为水泥路面；河堤两侧多为麦地、林地、养殖鱼塘及稻田。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-23 和图 8.1-24。



图 8.1-23　四湖总干渠穿越位置示意



图 8.1-24　四湖总干渠穿越处河道现状

11)　东荆河

东荆河，长江支流，为汉江分洪通道，穿越处两岸河堤宽约 1.3km，河堤高出地面约 10m，枯水期水面宽一般约 100m，最大洪水位与河堤相平，最大流量为 5340m³/s，洪水时水流湍急，冲刷强烈。地表径流主要来源于降水补给，降雨时空分布极不均匀，也造成径流量的时空分布极不均匀，鄂东南山区多年平均径流深 700mm～1400mm，东南部一般集中在 4 月～7 月，中部江汉平原区在 5 月～8 月。

本工程干线在湖北省潜江市熊口镇采用定向钻方式穿越东荆河，穿越长度 1400m。根据岩土工程勘察报告，场地地貌属于河流冲积平原地貌，地形较平缓开阔。两侧都为人工堤岸，岸坡上部为粉土，下部为黏土；河堤上为铺装路面；河堤两侧多为鱼塘、旱地及稻田。穿越主要层位为粉土、黏土及粉细砂。

工程穿越位置及河道现状见图 8.1-25 和图 8.1-26。



图 8.1-25　东荆河穿越位置示意



图 8.1-26　东荆河河穿越处河道现状

12）　沱江

沱江，又名中江，川江支流，发源于四川盆地西北边缘的茶坪山脉九顶山，出汉旺入成都平原，于金堂汇绵远河、石亭江、湔江、卜阳河、毗河，纳岷江水系青白江，穿龙泉山入盆地丘陵区，经简阳、资阳、资中入内江县境。在境内过富溪、史家、史东、四合、东兴等乡镇后，环绕内江城区到椑木镇，

转南流经联盟、中山、水晶、白马、沱江等乡镇，于大溪口入富顺县境，至泸州入长江，全长629km，流域面积27900km^2，其中在内江县沱江乡龙门镇以上流域面积19329km^2，内江市境内(含内江市市中区)干流长71.68km。沱江内江段中，有河心坝5个，湾沱8个，滩口14个，多年淤积而成的河沿大小坝11个。河底高程在275m～300m之间，河道纵坡平缓，天然落差24m，平均比降0.345%；河面宽200m～400m左右；河谷多成宽浅复式U字形河槽，河岸一般高6m～10m左右；常年通航15t～50t木船或机动船。据石盘滩水文站测，多年平均流量(1956年～1975年)为350.37m^3/s，年径流量111.51$\times10^8m^3$，1958年4月8日最枯流量为19.2m^3/s，1981年7月15日最大洪水流量为1329.6m^3/s。

本工程牟家坪老翁场储气库注入支干线在四川省自贡市富顺县长滩镇、怀德镇采用定向钻方式穿越沱江。定向钻穿越入土点选择在南岸，距南岸河床岸坡上开口边缘约222m，出土点选择在北岸，距北岸386m，穿越水平长度869.58m。河床下管顶最小埋深为23.88m，穿越管线主要在中等风化砂质泥岩中通过。

工程穿越位置及河道现状见图8.1-27和图8.1-28。



图8.1-27　沱江(支线)穿越位置示意



图 8.1-28 沱江(支线)穿越处河道现状

8.1.3 本工程管道沿线地表水环境保护目标

本工程大中型穿越河流中，多处涉及水环境保护目标和其他环境保护目标，主要分为饮用水水源保护区 6 处、涉水的其他地表水环境保护目标 10 处，详见表 8.1-4 和表 8.1-5。

表 8.1-4 穿越河流所在的环境保护目标

序号	河流名称	饮用水水源保护区	涉水的其他地表水环境保护目标
干线(从西到东)			
1	嘉陵江-控制	合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地	合川大口鲶县级自然保护区
2			合川区缙云山国家级风景名胜区
3			嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区
			重庆市合川区三江湿地公园（不算）
4	戚家河		甘井沟风景名胜区
5	油草河/磨刀溪-控制		重庆黄水国家森林公园
6			大风堡自然保护区
7	涂家河	喻家河饮用水水源保护区	
8	沿溪一		清江国家森林公园
	沿溪八		
	沿溪九		
9	长江宜昌-控制		长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区
	玛瑙河		枝江玛瑙河省级湿地公园（不算）

10	引江济汉	荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区	
	太湖港 (湿地公园)		环荆州古城国家湿地公园 （不算）
	内泊湖-大型		荆州长湖湿地自然保护区 （近距离）
	四湖总干渠 (内荆河)-大型		荆州长湖湿地自然保护区 （近距离）
牟家坪老翁场储气库支干线			
11	长江(宜宾市)-大型		长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区
大英-安岳-铜梁支干线			
12	琼江		琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区

8.1.3.1　管线穿越的地表水水源保护区

本工程干线穿越饮用水水源保护区 6 处。详见下表 8.1-5。

表 8.1-5　管道穿越的饮用水水源保护区

序号	保护目标	所在地	与本工程关系
干线			
1	合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地	重庆市合川区	嘉陵江穿越处。 钻爆隧道穿越二级保护区 280m。
2	利川市团堡镇麻沙河水源地	湖北省恩施州利川市	新屋场山体隧道穿越二级保护区 890m。
3	喻家河饮用水水源保护区	湖北省恩施州恩施市	涂家河穿越处。 开挖+山体隧道(百瓦厂、柑树垭)穿越准保护区约 15037m
4	猇亭区善溪冲水库	湖北省宜昌市猇亭区	开挖穿越二级保护区约 2860m
5	荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区	湖北省荆州市荆州区	引江济汉穿越处。 顶管穿越二级保护区约 37m

1)　合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地

(1)　保护区概况

根据《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县(自治县)集中式饮用水源保护区的通知》(渝府办[2013]40 号)，明确了该水源地的范围：

水源地名称：合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地

级别：乡镇级

一级保护区：水域：取水口上游 1000m，下游 100m，以中泓线为界的同侧水域。陆域：20 年一遇洪水位控制高程以下区域，陆域沿岸长度与一级保护区水域长度相同。

二级保护区：水域：取水口上游 1000m 至 2000m，下游 100m 至 200m，以中泓线为界的同侧水域。陆域：20 年一遇洪水位控制高程以下区域，陆域沿岸长度与二级保护区水域长度相同。

（2） 与本工程关系

本工程干线于重庆市合川区采用钻爆隧道方式穿越合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地二级保护区约 280m，该钻爆隧道同时穿越嘉陵江 1228.1m。详见图 8.1-29。

2） 利川市团堡镇麻沙河水源地

（1） 保护区概况

根据《恩施州人民政府办公室关于印发恩施州“百吨千人”供水工程饮用水水源保护区划分方案的通知》(恩施州政办发[2022]20 号)，在“利川市百吨千人供水工程饮用水水源地保护区划分方案”中明确了该水源地的范围：

水源地名称：利川市团堡镇麻沙河水源地

水源类型：水库型

一级保护区：水域：正常水位线以下的全部库区水域面积。陆域：正常水位线以上，水平距离 200m 范围内的陆域，不超过流域分水岭范围。

二级保护区：水域：一级保护区以外，整个流域范围内其他水域。陆域：一级保护区以外，整个流域范围内其他陆域。

（2） 与本工程关系

本工程干线于湖北省恩施州利川市采用开挖+山体隧道方式穿越利川市团堡镇麻沙河水源地二级保护区 890m。详见图 8.1-30。

3） 喻家河饮用水水源保护区

（1） 保护区概况

根据《湖北省生态环境厅关于恩施市新增喻家河饮用水水源保护区划分方案有关意见的函》(鄂环函[2019]105 号)，在“喻家河饮用水水源保护区划分方案”中明确了该水源地的范围：

水源地名称：喻家河水库，水体：喻家河。

一级保护区：水域：水库正常蓄水位以下全部水域。陆域：一级保护区区水域外 200m 范围内陆域(不超过山脊线)。

二级保护区：水域：一级保护区水域外上溯 3000m 范围内水域。陆域：一、二级保护区水域对应两岸山脊线以内的汇水区域(一级保护区除外)。

准保护区：水域：水库整个上有流域(一、二级保护区除外)。

(2) 与本工程关系

本工程干线于湖北省恩施州恩施市采用开挖+山体隧道方式穿越喻家河饮用水水源保护区准保护区约 15037m，其中开挖穿越涂家河 210.07m。详见图 8.1-31。

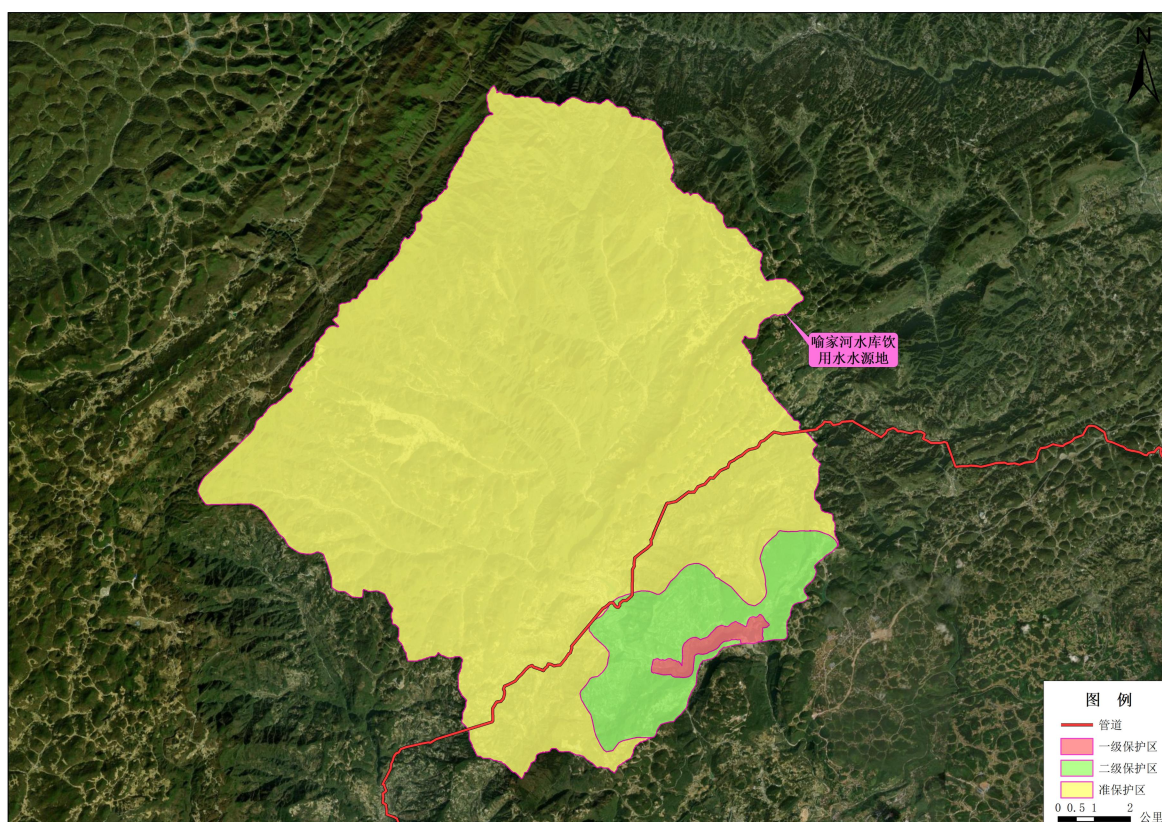


图 8.1-31 本工程与喻家河饮用水水源保护区的位置关系

4) 猇亭区善溪冲水库

(1) 保护区概况

根据《湖北省人民政府办公厅关于印发湖北省县级以上集中式饮用水水源保护区划分方案的通知》(鄂政办发[2011]130 号)，在“宜昌市县级以

上集中式饮用水水源保护区划分方案”中明确了猇亭区善溪冲水库的保护范围：

水体名称：善溪冲水库

一级保护区：水域：取水口周边半径 300m 范围的区域。陆域：取水口侧正常水位线以上 200m 的区域。

二级保护区：水域：一级保护区外的全部库区水域及入库河流上溯 3000m 水域。陆域：水库周边山脊线以内及入库河流上溯 3000m 的汇水区域。

（2） 与本工程关系

本工程干线于湖北省宜昌市猇亭区采用开挖方式穿越猇亭区善溪冲水库二级保护区 2860m。详见图 8.1-32。

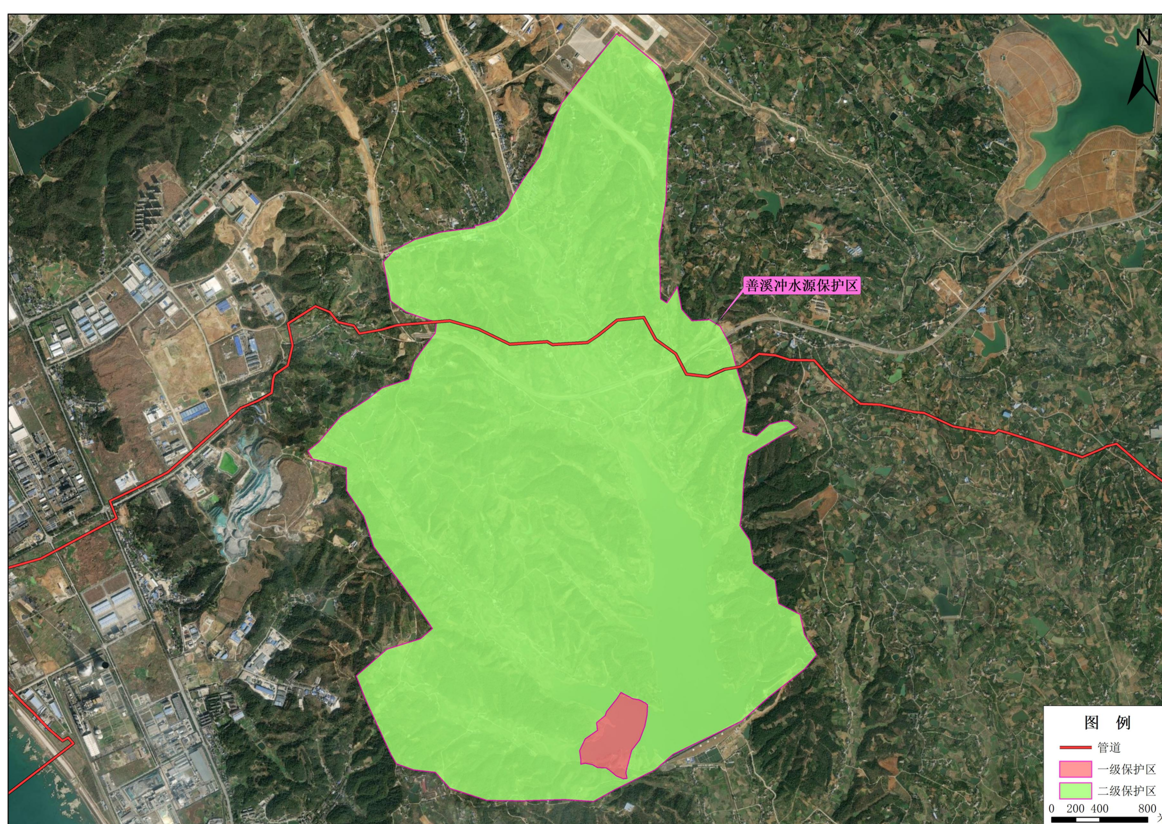


图 8.1-32 本工程与猇亭区善溪冲水库的位置关系

5） 荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区

（1） 保护区概况

根据《湖北省生态环境厅关于新增荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区有关意见的函》(鄂环函[2021]47 号)，在“荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源地保护区划分方案”中明确了该水源地的范围：

水体：引江济汉渠；水源地类型：河流型。

一级保护区：水域：长度：取水口下游 100m 到上游 1000m 范围内；宽度：整个河道以内的水域(航道除外)。陆域：长度：一级保护区水域沿岸河长；宽度：河道陆域边界至防洪堤堤顶迎水面边线。

二级保护区：长度：一级保护区水域上游边界向上延伸 2000m，一级保护区水域下游边界向下延伸 200m；宽度：整个河道以内的水域(航道除外)。陆域：长度：二级保护区水域沿岸河长；宽度：河道陆域边界至防洪堤堤顶迎水面边线。

该水源保护区为地级备用水源。

(2)　与本工程关系

本工程干线于湖北省荆州市荆州区采用顶管方式穿越荆州市荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区二级保护区 37m。该顶管同时穿越引江济汉渠 221m，顶管竖井位于二级保护区外。详见图 8.1-33。

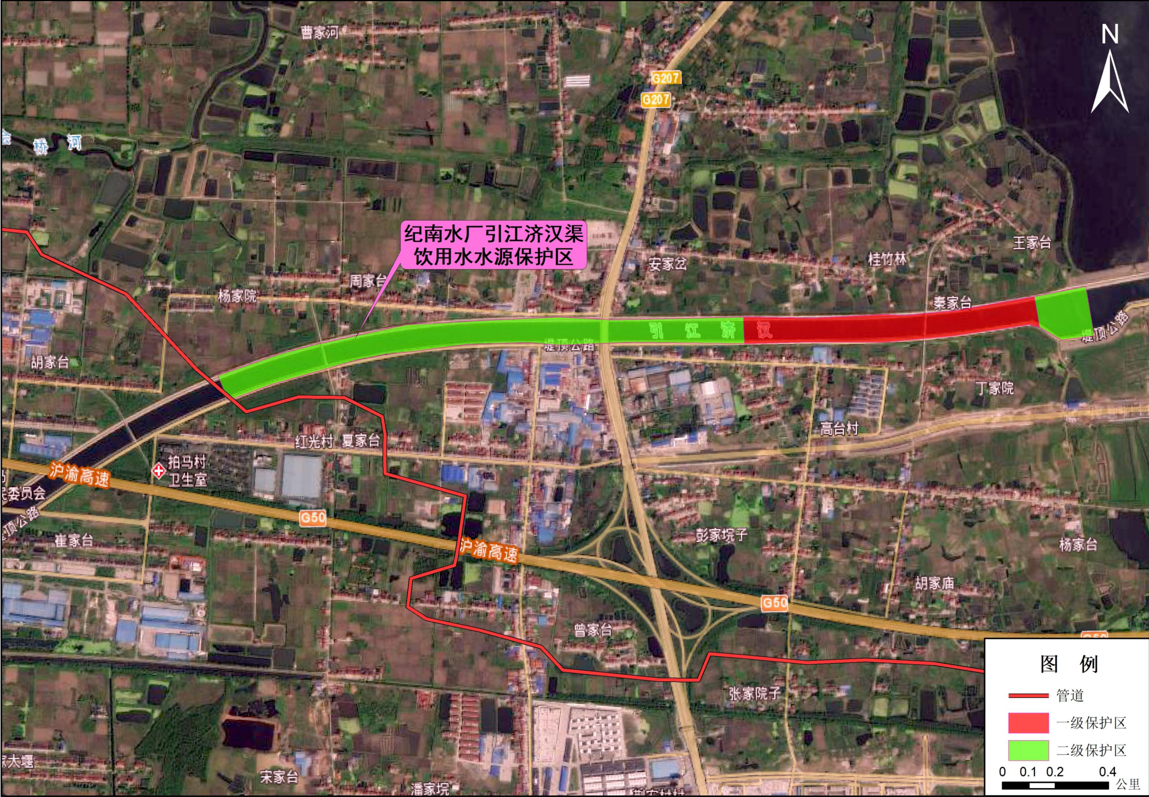


图 8.1-33　本工程与荆州市纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区的位置关系

8.1.3.2 管道沿线涉水的其他地表水环境保护目标

本工程穿越涉水的其他地表水环境保护目标10处，详见下表8.1-6。

保护目标概况及其具体穿越情况详见“7.1.7 管道沿线生态敏感目标”。

表8.1-6 管道穿越涉水的其他地表水环境保护目标

序号	保护目标	所在地	与本工程关系
干线			
1	合川大口鲶县级自然保护区	重庆市合川区/北碚区	嘉陵江穿越处。 钻爆隧道穿越实验区350m。
2	合川区缙云山国家级风景名胜区		嘉陵江穿越处。 钻爆隧道穿越1800m。
3	嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区		嘉陵江穿越处。 钻爆隧道穿越实验区572m。
4	甘井沟风景名胜区	重庆市忠县	戚家河穿越处。 开挖穿越2200m。
5	重庆黄水国家森林公园	重庆市石柱县	油草河/磨刀溪穿越处。 油草河钻爆隧道穿越一般休憩区2085m。
6	大风堡自然保护区		油草河/磨刀溪穿越处。 油草河隧道+新街山体钻爆隧道方式穿越实验区4006m。
7	清江国家森林公园	湖北省宜昌市长阳县	沿溪一、八、九穿越处。 开挖+6座山体隧道方式穿越13462m。
8	长江湖北宜昌中华鲟自然保护区	湖北省宜昌市宜都市	长江(宜昌)穿越处。 盾构隧道穿越实验区1130m。
牟家坪老翁场储气库支干线			
9	长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区	四川省宜宾市江安县	长江(宜宾)穿越处。 定向钻穿越缓冲区
大英-安岳-铜梁支干线			
10	琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区	四川省遂宁市安居区	琼江穿越处。 定向钻穿越实验区

8.2 水环境质量现状评价

8.2.1 水环境状况信息

8.2.1.1 四川省

根据国家地表水水质自动监测实时数据发布系统，本工程在四川省穿越的河流水环境状况信息详见表8.2-1。

表 8.2-1　本工程穿越河流水环境状况信息(四川省)

序号	河流名称	发布时间	断面名称	水质类别	备注
1	长江(宜宾市)	2024.3.18	挂弓山	II	牟家坪老翁场储气库支干线
2	沱江(自贡市)	2024.3.18	李家湾	II	
			脚仙村	II	
3	长宁河(宜宾市)	2024.3.18	蔡家渡口	II	
4	龙台河(资阳市)	2024.3.18	两河	III	大英-安岳-铜梁支干线

8.2.1.2　重庆市

根据国家地表水水质自动监测实时数据发布系统和重庆市生态环境局公布的《2024 年 2 月份重庆市水环境质量状况》，本工程在重庆市穿越的河流水环境状况信息详见表 8.2-2。

表 8.2-2　本工程穿越河流水环境状况信息(重庆市)

序号	河流名称	发布时间	断面名称	水质类别	备注
国家地表水水质自动监测实时数据发布系统					
1	嘉陵江(北碚区)	2024.3.18	北温泉	I	干线
2	长江(忠县)	2024.3.18	苏家	II	干线
3	御临河 2(渝北区)	2024.3.18	御临镇	III	铜锣峡储气库支干线
2024 年 2 月份重庆市水环境质量状况					
4	大洪河	2024.2	东河入御临河口	II	干线

8.2.1.3　湖北省

根据国家地表水水质自动监测实时数据发布系统、《恩施州地表水环境质量月报(2024 年 1 月)》、《潜江市地表水环境质量月报(2023 年 12 月)》及《2024 年 2 月宜昌市水环境质量月报》，本工程在湖北省穿越的河流水环境状况信息详见表 8.2-3。

表 8.2-3　本工程穿越河流水环境状况信息(湖北省)

序号	河流名称	发布时间	断面名称	水质类别	备注
1	清江(恩施市)	2024.3.18	恩施大沙坝	V	干线
			雪照河(七要口)	II	干线
2	沮漳河(荆州市)	2024.3.18	荆州河口	II	干线
3	四湖总干渠(潜江市)	2024.3.18	运粮湖同心队	III	干线
4	东荆河(潜江市)	2024.3.18	潜江大桥	II	干线
5	长江(宜昌市)	2024.3.18	南津关	II	干线
			云池(白洋)	II	干线
恩施州地表水环境质量月报(2024 年 1 月)					

6	马水河	2024.1	南里渡桥	II	干线
潜江市地表水环境质量月报(2023年12月)					
7	西荆河	2023.12	浩口水文站	III	干线
8	东干渠	2023.12	高场闸	III	干线
2024年2月宜昌市水环境质量月报					
9	玛瑙河	2024.2	新河口	III	干线

8.2.2 水环境功能区水质达标状况

8.2.2.1 监测断面

为了进一步了解管道沿线地表水环境质量现状，本次评价委托中科检测技术服务(重庆)有限公司和广州检验检测认证集团有限公司武汉分公司两家单位对管道沿线的水环境质量进行了现状监测。

本次共选取本管道拟穿越的61条河流进行监测，用于明确沿线水环境功能区水质现状。监测位置见表8.2-4，监测断面见图8.2-1。

表8.2-4 河流监测断面

序号	监测断面	所属地区	坐标
四川段			
1	长宁河	四川省宜宾市长宁县开佛镇	28°37′36″N 104°56′14″E
2	长江(宜宾)	四川省宜宾市江安县	28°44′45″N 105°13′46″E
3	沱江	四川省自贡市富顺县长滩镇、怀德镇	28°59′0″N 105°14′16″E
4	琼江河1	四川省遂宁市安居区东禅镇	30°19′50″N 105°22′56
5	琼江河2	四川省资阳市安岳县姚市镇	30°9′54″N 105°30′42″E
6	石羊河	四川省资阳市安岳县白水乡	30°5′22″N 105°36′10″E
重庆段			
1	嘉陵江	重庆市北碚区澄江镇	29°55′47″N 106°23′2″E
2	长江(忠县)	重庆市忠县忠州镇	30°21′56″N 108°5′2″E
3	大洪河	重庆市长寿区洪湖镇	30°0′19″N 106°54′57″E
4	高滩河支流	重庆市垫江县五洞镇	30°11′7″N 107°21′2 E
5	高滩河	重庆市垫江县五洞镇	30°10′58″N 107°22′19″E
6	大沙河	重庆市垫江县杠家镇	30°11′23″N 107°28′39″E
7	戚家河	重庆市忠县黄金镇	30°21′59″N 108°0′8″E
8	平滩河	重庆市潼南区小渡镇	29°55′30″N 105°53′52″E
9	御临河2	重庆市渝北区统景镇	29°50′56″N 106°52′2″E
10	琼江河	重庆市潼南区太安镇	30°2′37″N 105°51′2″E
四川段			
1	清江(恩施市)	湖北省恩施州恩施市屯堡乡	109°23′25.52″E 30°22′53.40″N
2	马口河(太阳河)	湖北省恩施州恩施市白杨坪镇	109°43′10.30″E 30°30′18.86″N
3	马水河	湖北省恩施州建始县红岩寺镇	109°46′58.83″E 30°31′10.69″N
4	野三河	湖北省恩施州巴东县野山关镇	110°6′36.39″E 30°40′19.55″N
5	长江(宜昌市)	湖北省宜昌市宜都市红花套镇	111°26′23.35″E 30°29′15.31″N

序号	监测断面	所属地区	坐标
四川段			
6	玛瑙河	湖北省宜昌市枝江市安福寺镇	111°35′27.14″E 30°30′19.36″N
7	沮漳河	湖北省荆州市荆州区七星台镇	111°58′22.16″E 30°25′30.44″N
8	太湖港	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	112°0′20.94″E 30°24′40.93″N
9	引江济汉	湖北省荆州市荆州区纪南镇	112°10′35.75″E 30°24′1.08″N
10	太湖港(湿地公园)	湖北省荆州市荆州区郢城镇	112°14′43.74″E 30°22′56.87″N
11	南北渠	湖北省荆州市沙市区观音垱镇	112°22′23.57″E 30°22′22.25″N
12	内泊湖	湖北省荆州市沙市区观音垱镇	112°23′13.30″E 30°22′36.96″N
13	四湖总干渠	湖北省潜江市浩口镇	112°31′4.35″E 30°21′22.45″N
14	西荆河	湖北省潜江市浩口镇	112°38′47.76″E 30°20′42.77″N
15	万福河	湖北省潜江市后湖管理区	112°40′25.86″E 30°20′39.43″N
16	长咀渠	湖北省潜江市后湖管理区	112°41′16.07″E 30°20′37.97″N
17	中支渠	湖北省潜江市后湖管理区	112°42′1.80″E 30°20′36.63″N
18	排灌渠	湖北省潜江市后湖管理区	112°43′26.16″E 30°20′41.30″N
19	东干渠	湖北省潜江市熊口镇	112°45′11.72″E 30°21′18.20″N
20	中沙河	湖北省潜江市熊口镇	112°47′42.00″E 30°21′15.02″N
21	东荆河	湖北省潜江市熊口镇	112°49′30.69″E 30°20′32.55″N
22	百里长渠	湖北省潜江市总口管理区	112°52′2.92″E 30°19′29.98″N
23	清江(利川市)	湖北省恩施州利川市汪营镇	108°37′18.67″E 30°13′35.45″N
24	庄屋河	湖北省恩施州利川市凉雾乡	108°49′47.09″E 30°12′52.31″N
25	车坝河	湖北省恩施州恩施市屯堡乡	109°19′29.72″E 30°17′48.04″N
26	龙桥河	湖北省恩施州恩施市屯堡乡	109°23′50.93″E 30°23′16.86″N
27	涂家河	湖北省恩施州恩施市龙凤镇	109°27′47.30″E 30°27′7.38″N
28	支井河	湖北省恩施州巴东县野三关镇	110°11′54.49″E 30°38′21.55″N
29	泗渡河	湖北省恩施州巴东县野三关镇	110°25′2.93″E 30°35′52.04″N
30	叶溪河	湖北省宜昌市长阳县榔坪镇	110°29′35.09″E 30°36′15.13″N
31	沿溪一	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°54′17.49″E 30°35′8.07″N
32	沿溪二	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°54′47.08″E 30°35′27.85″N
33	沿溪三	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°54′56.68″E 30°35′31.61″N
34	沿溪四	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°55′50.63″E 30°35′47.90″N
35	沿溪五	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°55′58.40″E 30°35′50.70″N
36	沿溪六	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°56′5.72″E 30°35′52.01″N
37	沿溪七	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°56′19.46″E 30°35′54.13″N
38	沿溪八	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°56′36.36″E 30°36′9.73″N
39	沿溪九	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	110°56′42.56″E 30°36′14.70″N
40	丹水一	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	111°8′58.06″E 30°33′17.41″N
41	丹水二	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	111°9′27.15″E 30°33′6.85″N
42	丹水三	湖北省宜昌市长阳县高家堰镇	111°19′46.64″E 30°30′50.69″N
43	大溪沟	湖北省宜昌市宜都市红花套镇	111°20′6.96″E 30°30′40.43″N
44	郭聚渠	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	112°3′27.78″E 30°24′40.21″N
45	纪北渠	湖北省荆州市荆州区八岭山镇	112°7′25.78″E 30°24′4.82″N

8.2.2.2 监测频次

各监测断面均进行一次监测。

8.2.2.3　监测项目

地表水监测项目为：pH 值、溶解氧、化学需氧量、高锰酸盐指数、悬浮物、氨氮、挥发酚、总磷、石油类、五日生化需氧量共 10 项。

8.2.2.4　评价标准

各河流执行标准及标准限值详见表 1.5-2。

8.2.2.5　评价方法

采用单项标准指数法对地表水的监测结果进行现状评价。

1)　一般水质参数标准指数

计算公式：

$$S_{ij}=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：

S_{ij} 为单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ 为水质参数 i 在第 j 点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} 为水质参数 i 的地表水水质标准，mg/L。

2)　pH 值的标准指数

计算公式：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pH_j}{7.0-pH_{sd}},pH_j\le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0},pH_j>7.0$$

3)　DO 的标准指数

计算公式：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j，DO_j\leqslant DO_f$$

$$S_{DO,j}=|DO_f-DO_j|/DO_f-DO_s，DO_j>DO_f$$

$$DO_f=468/(31.6+T)$$

水质参数的标准指数＞1，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已经不能满足使用要求。

8.2.2.6　监测结果与评价分析

监测结果及水质评价结果统计见表 8.2-5。

四川、重庆段监测时间为 2021 年 12 月～2022 年 1 月，监测单位为中科检测技术服务(重庆)有限公司；湖北段监测时间为 2021 年 12 月 17 日～2021 年 12 月 30 日，监测单位为广州检验检测认证集团有限公司武汉分公司。

表8.2-5(1)　四川段河流水质监测结果及评价(mg/L，pH值无量纲，粪大肠菌群：个/L)

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
1	长宁河	2021.12.16	pH	8.2	0.60
			溶解氧	8.35	0.60
			悬浮物	5	0.17
			总磷	0.07	0.35
			氨氮	0.142	0.14
			高锰酸盐指数	1.3	0.22
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	7	0.35
			五日生化需氧量	0.9	0.23
2	长江(宜宾)	2021.12.16	pH	8.2	0.60
			溶解氧	7.23	0.69
			悬浮物	6	0.20
			总磷	0.08	0.40
			氨氮	0.157	0.16
			高锰酸盐指数	1.4	0.23
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	7	0.35
			五日生化需氧量	1.0	0.25
3	沱江	2022.1.12	pH	7.3	0.15
			溶解氧	9.16	0.55
			悬浮物	12	0.40
			总磷	0.09	0.45
			氨氮	0.076	0.08
			高锰酸盐指数	5	0.83
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	18	0.90
			五日生化需氧量	2.9	0.73
4	琼江河 1	2022.1.12	pH	7.4	0.20
			溶解氧	9.14	0.55
			悬浮物	9	0.30
			总磷	0.05	0.25
			氨氮	0.066	0.07

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
			高锰酸盐指数	4.6	0.77
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	10	0.50
			五日生化需氧量	2	0.50
5	琼江河 2	2021.12.28	pH	8.3	0.65
			溶解氧	6.84	0.73
			悬浮物	5	0.17
			总磷	0.11	0.55
			氨氮	0.053	0.05
			高锰酸盐指数	4.8	0.80
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	17	0.85
			五日生化需氧量	2.1	0.53
6	石羊河	2021.12.28	pH	8.1	0.55
			溶解氧	5.48	0.91
			悬浮物	8	0.27
			总磷	0.10	0.50
			氨氮	**1.27**	**1.27**
			高锰酸盐指数	5.2	0.87
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	16	0.80
			五日生化需氧量	1.9	0.48

表8.2-5(2)　重庆段河流水质监测结果及评价(mg/L，pH值无量纲，粪大肠菌群：个/L)

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
1	嘉陵江	2021.12.21	pH	7.8	0.40
			溶解氧	6.92	0.72
			悬浮物	7	0.23
			总磷	0.06	0.30
			氨氮	0.059	0.06
			高锰酸盐指数	1.9	0.32
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.04	0.80
			化学需氧量	5	0.25
			五日生化需氧量	0.5	0.13
2	长江(忠县)	2022.1.13	pH	7.4	0.20
			溶解氧	9.2	0.54
			悬浮物	11	0.37
			总磷	0.07	0.35
			氨氮	0.084	0.08
			高锰酸盐指数	1.2	0.20

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	5	0.25
			五日生化需氧量	0.5	0.17
3	大洪河	2021.12.12	pH	7.6	0.30
			溶解氧	5.17	0.97
			悬浮物	4	0.13
			总磷	0.09	0.45
			氨氮	0.071	0.07
			高锰酸盐指数	3.0	0.50
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	9	0.45
			五日生化需氧量	1.1	0.28
4	高滩河支流	2022.1.12	pH	8.1	0.55
			溶解氧	7.61	0.66
			悬浮物	8	0.27
			总磷	0.10	0.50
			氨氮	0.312	0.31
			高锰酸盐指数	3.3	0.55
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.01	0.20
			化学需氧量	11	0.55
			五日生化需氧量	2.1	0.53
5	高滩河	2022.1.12	pH	7.8	0.40
			溶解氧	7.04	0.71
			悬浮物	8	0.27
			总磷	0.10	0.50
			氨氮	0.070	0.07
			高锰酸盐指数	4.0	0.67
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	11	0.55
			五日生化需氧量	1.9	0.48
6	大沙河	2022.1.12	pH	8.3	0.65
			溶解氧	7.16	0.70
			悬浮物	6	0.20
			总磷	0.12	0.60
			氨氮	0.053	0.05
			高锰酸盐指数	3.8	0.63
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	10	0.50
			五日生化需氧量	1.8	0.45
7	戚家河	2022.1.13	pH	7.2	0.10
			溶解氧	9.22	0.54

序号	监测断面	监测时间	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
			悬浮物	8	0.27
			总磷	0.02	0.10
			氨氮	0.029	0.03
			高锰酸盐指数	1.4	0.23
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	4	0.20
			五日生化需氧量	0.5	0.15
8	平滩河	2021.12.23	pH	7.6	0.30
			溶解氧	7.88	0.63
			悬浮物	5	0.17
			总磷	**0.35**	**1.75**
			氨氮	0.051	0.05
			高锰酸盐指数	4.7	0.78
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.03	0.60
			化学需氧量	16	0.80
			五日生化需氧量	1.9	0.48
9	御临河	2021.12.16	pH	7.6	0.30
			溶解氧	9.64	0.52
			悬浮物	7	0.23
			总磷	0.1	0.50
			氨氮	0.111	0.11
			高锰酸盐指数	2	0.33
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.04	0.80
			化学需氧量	8	0.40
			五日生化需氧量	0.9	0.23
10	琼江河	2021.12.24	pH	6.8	0.20
			溶解氧	8.26	0.61
			悬浮物	4	0.13
			总磷	0.10	0.50
			氨氮	0.058	0.06
			高锰酸盐指数	3.7	0.62
			挥发酚	0.0003L	0.06
			石油类	0.02	0.40
			化学需氧量	12	0.60
			五日生化需氧量	1.7	0.43

表8.2-5(3)　湖北段河流水质监测结果及评价(mg/L，pH值无量纲，粪大肠菌群：个/L)

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
1	清江 (恩施市)	pH值	8.4	0.70
		溶解氧	6.82	0.88
		化学需氧量	11*	0.73
		高锰酸盐指数	0.7*	0.18

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		悬浮物	5	0.20
		氨氮	0.144*	0.29
		挥发酚	0.0008	0.40
		总磷	0.03*	0.30
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	**3.4**	**1.13**
2	马口河（太阳河）	pH 值	8.7	0.85
		溶解氧	9.50	0.53
		化学需氧量	13	0.65
		高锰酸盐指数	0.7	0.12
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.5	0.88
3	马水河	pH 值	8.6	0.80
		溶解氧	8.40	0.71
		化学需氧量	12	0.80
		高锰酸盐指数	0.9	0.23
		悬浮物	8	0.32
		氨氮	0.043	0.09
		挥发酚	0.0011	0.55
		总磷	0.03	0.30
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	**3.5**	**1.17**
4	野三河	pH 值	8.6	0.80
		溶解氧	6.61	0.91
		化学需氧量	11	0.73
		高锰酸盐指数	1	0.25
		悬浮物	5	0.20
		氨氮	0.043	0.09
		挥发酚	0.0007	0.35
		总磷	ND	-
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.0	1.00
5	长江（宜昌市）	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	6.73	0.89
		化学需氧量	**18**	**1.20**
		高锰酸盐指数	2.6	0.65
		悬浮物	6	0.24
		氨氮	0.206	0.41
		挥发酚	0.0015	0.75
		总磷	0.45	4.50
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	**3.8**	**1.27**
6	玛瑙河	pH 值	7.9	0.45

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		溶解氧	6.11	0.82
		化学需氧量	16	0.80
		高锰酸盐指数	3.5	0.58
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.082	0.08
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.06	0.30
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.6	0.90
7	沮漳河	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	5.21	0.96
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	2.7	0.45
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.194	0.19
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.04	0.20
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.3	0.83
8	太湖港	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	6.73	0.74
		化学需氧量	18	0.90
		高锰酸盐指数	5.3	0.88
		悬浮物	5	0.17
		氨氮	0.890	0.89
		挥发酚	0.0016	0.32
		总磷	0.06	0.30
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.7	0.93
9	引江济汉	pH 值	7.9	0.45
		溶解氧	6.50	0.77
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	1.8	0.30
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.735	0.74
		挥发酚	0.0008	0.16
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.2	0.80
10	太湖港 (湿地公园)	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	7.32	0.68
		化学需氧量	15	0.75
		高锰酸盐指数	3.2	0.53
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.197	0.20
		挥发酚	0.0011	0.22
		总磷	0.06	0.30

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.5	0.88
11	南北渠	pH 值	8.0	0.50
		溶解氧	6.42	0.78
		化学需氧量	14*	0.70
		高锰酸盐指数	3.3	0.55
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.165*	0.17
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.07	0.35
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.4	0.85
12	内泊湖	pH 值	7.6	0.30
		溶解氧	8.54	0.59
		化学需氧量	15	0.75
		高锰酸盐指数	2.7	0.45
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.581	0.58
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.04	0.20
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.6	0.90
13	四湖总干渠	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	7.30	0.68
		化学需氧量	18	0.90
		高锰酸盐指数	2.8	0.47
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.158	0.16
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.06	0.30
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.7	0.93
14	西荆河	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	6.50	0.77
		化学需氧量	14	0.70
		高锰酸盐指数	2.9	0.48
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.212	0.21
		挥发酚	0.0011	0.22
		总磷	0.05	0.25
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.5	0.88
15	万福河	pH 值	8.3	0.65
		溶解氧	6.80	0.74
		化学需氧量	18	0.90
		高锰酸盐指数	3.7	0.62
		悬浮物	6	0.20

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		氨氮	0.168	0.17
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.54	2.70
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.8	0.95
16	长咀渠	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	7.10	0.70
		化学需氧量	16	0.80
		高锰酸盐指数	3.4	0.57
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	0.343	0.34
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.07	0.35
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.7	0.93
17	中支渠	pH 值	8.5	0.75
		溶解氧	8.70	0.57
		化学需氧量	17	0.85
		高锰酸盐指数	3.5	0.58
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	0.385	0.39
		挥发酚	0.0013	0.26
		总磷	0.06	0.30
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.6	0.90
18	排灌渠	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	6.90	0.72
		化学需氧量	18	0.90
		高锰酸盐指数	3.2	0.53
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.506	0.51
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.08	0.40
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.8	0.95
19	东干渠	pH 值	8.3	0.65
		溶解氧	7.40	0.68
		化学需氧量	17	0.85
		高锰酸盐指数	3.4	0.57
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.420	0.42
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.07	0.35
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.6	0.90
20	中沙河	pH 值	8.5	0.75
		溶解氧	8.00	0.63

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	3.0	0.50
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.474	0.47
		挥发酚	0.0009	0.18
		总磷	0.08	0.40
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.3	0.83
21	东荆河	pH 值	7.8	0.40
		溶解氧	5.21	0.96
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	2.9	0.48
		悬浮物	9	0.30
		氨氮	0.438	0.44
		挥发酚	0.0008	0.16
		总磷	0.04	0.20
		石油类	0.05	1.00
		五日生化需氧量	3.1	0.78
22	百里长渠	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	6.70	0.75
		化学需氧量	13	0.65
		高锰酸盐指数	3.3	0.55
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.448	0.45
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.09	0.45
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.5	0.88
23	清江（利川市）	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	8.42	0.71
		化学需氧量	11	0.73
		高锰酸盐指数	0.6	0.15
		悬浮物	8	0.32
		氨氮	0.177	0.35
		挥发酚	0.0007	0.35
		总磷	0.02	0.20
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	**3.2**	**1.07**
24	庄屋河	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	7.61	0.66
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	1.7	0.28
		悬浮物	4	0.13
		氨氮	0.257	0.26
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.04	0.20
		石油类	0.03	0.60

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		五日生化需氧量	3.4	0.85
25	车坝河	pH 值	8.5	0.75
		溶解氧	7.51	0.67
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	1	0.17
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.01	0.05
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.3	0.83
26	龙桥河	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	7.31	0.68
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	0.9	0.15
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.031	0.03
		挥发酚	0.0009	0.18
		总磷	0.03	0.15
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.6	0.90
27	涂家河	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	6.90	0.72
		化学需氧量	13	0.65
		高锰酸盐指数	0.8	0.13
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.280	0.28
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.09	0.45
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.3	0.83
28	支井河	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	6.83	0.73
		化学需氧量	12*	0.60
		高锰酸盐指数	0.6*	0.10
		悬浮物	5	0.17
		氨氮	ND*	-
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.02*	0.10
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.3	0.83
29	泗渡河	pH 值	8.0	0.50
		溶解氧	7.53	0.66
		化学需氧量	17	0.85
		高锰酸盐指数	0.9	0.15
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.236	0.24

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		挥发酚	0.0011	0.22
		总磷	0.03	0.15
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.5	0.88
30	叶溪河	pH 值	7.8	0.40
		溶解氧	7.71	0.65
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	1.0	0.17
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.102	0.10
		挥发酚	0.0010	0.20
		总磷	0.11	0.55
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.4	0.85
31	沿溪一	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	6.62	0.76
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	0.9	0.15
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.038	0.04
		挥发酚	0.0005	0.10
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.6	0.90
32	沿溪二	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	7.42	0.67
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	1.3	0.22
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	0.049	0.05
		挥发酚	0.0008	0.16
		总磷	0.03	0.15
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.2	0.80
33	沿溪三	pH 值	8.3	0.65
		溶解氧	7.70	0.65
		化学需氧量	12*	0.60
		高锰酸盐指数	1.4*	0.23
		悬浮物	9	0.30
		氨氮	0.126*	0.13
		挥发酚	0.0012	0.24
		总磷	0.03*	0.15
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.2	0.80
34	沿溪四	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	6.71	0.75
		化学需氧量	14	0.70

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}$/$S_{PH,j}$)
		高锰酸盐指数	0.8	0.13
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.6	0.90
35	沿溪五	pH 值	8.2	0.60
		溶解氧	6.90	0.72
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	0.7	0.12
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0006	0.12
		总磷	0.01	0.05
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.3	0.83
36	沿溪六	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	7.54	0.66
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	1.1	0.18
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0007	0.14
		总磷	0.01	0.05
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.5	0.88
37	沿溪七	pH 值	8.3	0.65
		溶解氧	8.13	0.62
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	0.8	0.13
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	ND	-
		挥发酚	0.0005	0.10
		总磷	ND	-
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.3	0.83
38	沿溪八	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	7.34	0.68
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	0.8	0.13
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	0.078	0.08
		挥发酚	0.0006	0.12
		总磷	ND	-
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.4	0.85

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}$/$S_{PH,j}$)
39	沿溪九	pH 值	7.9	0.45
		溶解氧	6.67	0.75
		化学需氧量	12	0.60
		高锰酸盐指数	0.8	0.13
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.031	0.03
		挥发酚	0.0006	0.12
		总磷	ND	
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.4	0.85
40	丹水一	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	8.42	0.59
		化学需氧量	11	0.55
		高锰酸盐指数	1.0	0.17
		悬浮物	9	0.30
		氨氮	0.126	0.13
		挥发酚	0.0008	0.16
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.2	0.80
41	丹水二	pH 值	8.4	0.70
		溶解氧	7.90	0.63
		化学需氧量	16	0.80
		高锰酸盐指数	3.7	0.62
		悬浮物	7	0.23
		氨氮	0.601	0.60
		挥发酚	0.0014	0.28
		总磷	0.03	0.15
		石油类	0.02	0.40
		五日生化需氧量	3.5	0.88
42	丹水三	pH 值	7.9	0.45
		溶解氧	8.41	0.59
		化学需氧量	14	0.70
		高锰酸盐指数	1.2	0.20
		悬浮物	5	0.17
		氨氮	0.531	0.53
		挥发酚	0.0011	0.22
		总磷	0.01	0.05
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.4	0.85
43	大溪沟	pH 值	8.5	0.75
		溶解氧	8.73	0.57
		化学需氧量	16*	0.80
		高锰酸盐指数	1.1	0.18
		悬浮物	10	0.33
		氨氮	0.215*	0.22
		挥发酚	0.0013	0.26

序号	监测断面	监测项目	监测结果	评价结果($S_{i,j}/S_{PH,j}$)
		总磷	0.02	0.10
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.7	0.93
44	郭聚渠	pH 值	8.1	0.55
		溶解氧	5.40	0.93
		化学需氧量	18	0.90
		高锰酸盐指数	3.8	0.63
		悬浮物	6	0.20
		氨氮	0.566	0.57
		挥发酚	0.0017	0.34
		总磷	0.03	0.15
		石油类	0.04	0.80
		五日生化需氧量	3.6	0.90
45	纪北渠	pH 值	8.3	0.65
		溶解氧	7.23	0.69
		化学需氧量	12*	0.60
		高锰酸盐指数	4.0	0.67
		悬浮物	8	0.27
		氨氮	0.093*	0.09
		挥发酚	0.0013	0.26
		总磷	0.05	0.25
		石油类	0.03	0.60
		五日生化需氧量	3.4	0.85

注：1、“ND”表示未检出；
“*”表示该检测结果为采样平行样检测均值。

由表 8.2-2 可以看出，执行Ⅲ类水质标准的河流水体中，四川段石羊河氨氮，重庆段平滩河总磷，均有不同程度的超标；执行Ⅱ类水质标准的河流水体中，湖北段清江(恩施市)五日生化需氧量，马水河五日生化需氧量，长江(宜昌市)化学需氧量和五日生化需氧量，清江(利川市)五日生化需氧量，均有不同程度的超标。超标原因主要是河道沿线村庄密集，村民生活污水的排放，养殖家畜产生的粪便或农田用施肥污染所致。

其余各条河流监测指标均满足相应水质目标标准限值。

8.2.3 依托污水处理设施稳定达标排放评价

本工程野三关压气站与川一线野三关压气站毗邻建设，川一线野三关压气站生活污水处理系统(处理能力 0.5m^3/h)。该站生活污水经化粪池初步处理后排入地埋式一体化污水处理装置，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工要求后，用于站场绿化和道路洒水，不外排。

根据《川气东送管道增压工程(二期)湖北段(野三关压气站)竣工环境保护验收调查报告表》(2023.8)，对站场一体化地埋式污水处理装置的出水进行了监测，监测结果见表 8.2-6。

表 8.2-6 川一线野三关压气站现有污水处理情况(mg/L，pH 值除外)

站场	监测项目	监测结果						《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
川一线野三关压气站	监测时间	2023.5.11			2023.5.12			
		7：05	11：06	15：30	7：07	11：23	15：43	
	pH 值	8.2	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	6-9
	五日生化需氧量	4.2	1.1	2.8	2.3	5.6	2.1	≤10
	氨氮	＜0.025						≤8
	阴离子表面活性剂	0.059	0.063	0.076	0.059	0.057	0.058	0.5

目前川一线野三关压气站生活污水处理负荷可以满足本工程需求，出水水质满足相关标准要求，因此，本工程野三关压气站新增污水可依托现有站内污水处理设施，且污水处理设施达标排放依托可行。

8.3 地表水环境影响分析

8.3.1 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价

8.3.1.1 施工期

施工期对地表水的影响主要发生在河流穿越施工过程中，管道河流穿越采用钻爆隧道、盾构隧道、定向钻、顶管、跨越、开挖等穿跨越方式通过，本节将分别予以分析。

1） 施工期废水来源及影响分析

(1) 施工作业生活污水影响

施工人员生活污水产生量按 75L/人•日计算，COD 和氨氮的浓度分别按 300mg/L 和 30mg/L 计算。根据西二线西段施工过程类比调查，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 26m^3/km、7.8kg/km 和 0.78kg/km，则本工程一般地段生活污水产生量为 30102m^3,COD 排放量为 9030kg,氨氮排放量 903kg。施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进

行，具有较大分散性，局部排放量很小。

本工程有 5 处河流穿越采用隧道方式施工，隧道平均施工人员 40 人/d～50 人/d，施工速度为 8m/d 左右，则生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 375m³/km～469m³/km、112kg/km～141kg/km 和 11kg/km～14kg/km，河流隧道穿越长度约 8km，施工产生生活污水约 3752m³，COD 和氨氮排放量分别为 1128kg、112kg。

根据以往施工经验，施工队伍的吃住一般租用当地民房，同时施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小，因此施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统。施工期在饮用水水源保护区内施工场地设置环保移动厕所的，定期清运，禁止在保护区内随意排放。

(2)　试压排水

管道试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压。根据同类型管道工程项目可知，清管和试压为分段进行，为了避免浪费，部分水可重复利用(最高可达 80%)。本工程管道每段清管试压最大用水量约为 30981m³，试压废水排放量约为 6196m³，试压排水中主要污染物为悬浮物(≤70mg/L)，管段试压结束后，试压水经沉淀处理，排放至环保部门许可的地点(具体排放去向需根据施工组织方案中设置的取水点、试压管道长度和循环利用情况确定)。

试压水禁止排放至具有饮用水功能的地表水体及Ⅱ类水体。

在穿越的 6 个水源保护区内若单独试压时，试压废水不得在水源保护区和嘉陵江、涂家河、引江济汉渠及出入水库河流排放。

(3)　隧道涌水

钻爆隧道掘进的过程中会产生一定的涌水，产生量很小。隧道涌水主要污染物为悬浮物，产生的涌水首先排入临时施工场地内的沉淀池，加入pH调节剂调整到6-9后，拉运至当地污水处理厂处理或在水源保护区外行政主管部门许可的地点排放，禁止排入嘉陵江、涂家河、出入水库河流及水源保护区内。

综上所述，只要加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向符合当地的排水系统要求，施工中杜绝不经处理任意排放的现象，试压水的排放对地表水环境影响很小。

2） 施工方式影响

（1） 大开挖施工

本工程采用开挖方式穿越的河流，都是由于其穿越处水文地质、地形、地貌状况或设计规范等多方因素的限制，不具备非开挖方式施工的条件，在经多方案严格比选和深入分析考虑环境保护的前提下最终确定的。

采用开挖方式穿越河流，尽量选择枯水期施工。大开挖穿越在施工期将对河流水质产生短期影响，主要是使河水中泥沙含量显著增加。但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。施工过后，原有河床形态得到恢复，不会对水体功能和水质产生明显影响。施工一般选在枯水期进行，尽量缩短施工时间，对上下游水工构筑物不会构成危害，大开挖产生的悬浮物对生水生物及一般鱼类会产生短期的影响。当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工，使河水通过导流明渠流向下游，在河床内开挖管沟，敷设管道，然后回填，拆除围堰，并回填导流明渠。

本工程在喻家河饮用水水源保护区内采用开挖方式穿越涂家河，应选择枯水期施工，并缩短施工时间，施工过程中，禁止向水体内倾倒一切污染物，施工结束后，尽快恢复河床原貌。

开挖穿越利川市团堡镇麻沙河水源地、喻家河饮用水水源保护区和猇亭区善溪冲水库陆域时，开挖作业不会对水源保护区水质产生直接影响，其所产生的主要影响是在敷设管道过程中，因置换而产生一部分弃土方，若堆放不当，则可能引发水土流失，对保护区的陆域环境造成一定的影响。另外，施工便道的修建，将破坏保护区内的地表植被，在短期内难以恢复。施工时管道焊接产生的施工废料、废防腐材料以及废混凝土等，若随意丢弃，导致保护区内产生固废污染。

施工影响及应采取的减缓措施详见表 8.3-1。

表 8.3-1 大开挖穿越河流的影响分析及减缓措施

影响分析	1、可能造成河水短时断流，影响河水自然净化，短时间影响水质； 2、管沟渗水的排放会使周边河水中泥沙含量、悬浮物在短期内有所增加，短期内影响水质； 3、各项机械施工作业可能导致污染物(机油)渗漏，对地表水体造成污染； 4、管沟回填后多余土石方处置不当可能造成河道淤积和水土流失； 5、在施工期间，施工人员的活动可能对水环境的影响还包括生活污水、生活垃圾等。 另外施工期间，现场施工活动对环境的影响：一是会使周边河水中泥沙含量、悬浮物显著增加，短期内影响水质。施工结束后，随着河水的流动，悬浮物的沉淀，河水的水质很快会恢复到原有状况；二是施工机具、车辆的清洗污水，应严格禁止此类废水排入河流。
类比同类项目采取的有效减缓措施	1、在穿越河流的两堤外堤脚内禁止给施工机械加油或存放油品储罐，不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆； 2、加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；为了防止漏油后蔓延，在设备周围设置围堰，并及时清理漏油； 3、对于管沟开挖或河床开挖时产生的渗出水排放，影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。为了控制影响，对水质要求较高的河流，应采取先经渗坑过滤后再排入河流的办法； 4、施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实，或用于修筑堤坝；必须注意围堰土在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道，可将这些土方用于修筑堤坝；应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响； 5、大开挖穿越河流、沟渠时，尽量选在枯水期进行； 6、当需施工作业的河流水量较大时，采取围堰导流方式施工；河流水量较小时，可采取抽水泵抽水的方式，必须保证下游水量的供应，保证下游水量在施工期不断流，不影响河流、水渠的生态功能，不影响下游居民的生产、生活用水。

(2) 定向钻施工

本工程在穿越内泊湖、四湖总干渠(内荆河)、东荆河等多条河流时采用定向钻施工方式。

定向钻施工是目前普遍采用的一种先进施工方式，施工在河道及沟渠两岸进行，通过定向钻引导，管道直接从河床底部穿过，不影响水体水质，对水体无影响。根据穿越段的工程地质条件及定向钻穿越施工的需要，定向钻穿越水平段管顶最小埋深应大于设计洪水冲刷线以下 6m，具有不破坏河堤、不扰动河床等优点。施工不会对河床中水流产生直接影响。施工用泥浆的主要成分是膨润土和少量(一般为 5%左右)的添加剂(羧甲基纤维素钠 CMC)，无毒、无油及无有害成分。泥浆池设在入土场地和出土场地中，池底均铺设防渗材料以防渗漏；同时，泥浆池的大小设计也留有一定的余量，以防雨水冲刷外溢。

根据工程分析，主要污染环节是：施工场地泥浆池有可能泄漏污染水体；施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆和废钻屑。从已有工程的定向

钻施工现场来看，泥浆钻屑收集池(简称泥浆池)一般就在钻机场地内，均有防渗措施，且考虑了余量，基本不会造成渗漏污染。

针对本项目而言，为了最大限度的减轻定向钻施工对水环境的影响，施工时应采取的减缓措施，详见表 8.3-2。

表 8.3-2　定向钻穿越河流的影响分析及减缓措施

影响分析	1、施工时，定向钻开挖会破坏两岸土层； 2、泥浆池有可能泄漏污染水体； 3、施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆和废钻屑等固体废弃物； 4、施工机械漏油，油类污染地表水或岸区地下水； 5、可能引起水土流失； 6、定向钻穿越要在河两岸建立临时施工场地，占用农田，破坏植被等。
类比同类项目采取的有效减缓措施	1、施工场地及泥浆池设于河流大堤两侧之外，施工过程中尽量避免对穿越河流两岸堤坝的扰动；定向钻穿越水体，大堤两侧 200m 范围内禁止设置施工材料堆放场地和施工营地；严格控制穿越河段施工作业带； 2、泥浆池要严格按照规范设立，采用可降解防渗透膜进行防渗处理，其容积要考虑 30%的余量，以防雨水冲刷外溢； 3、在穿越处的两堤内禁止给施工机械加油或存放油品储罐；机械设备若有漏油现象要及时清理散落机油；不得在河流附近清洗施工器具、车辆等； 4、施工结束后，剩余泥浆经当地环保部门的允可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中或拉运至指定地点填埋，上面覆土，保证恢复原有地貌； 5、废弃土石方堆放在远离水体的指定地点，废油及其他废物严禁倾倒或抛入水体；含有害物质的建筑材料，如沥青、水泥等不得堆放在水体附近，并设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体； 6、施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌。

(3)　盾构隧道施工

本工程在穿越长江(宜昌)时采用盾构隧道的施工方式。

盾构隧道穿越是一种先进的施工工艺，由于适用地层类型范围广、施工不受季节影响、工程风险较低和安全性高等优点，近年来在我国各地大江大河穿越等重要的控制性工程上得到了广泛的应用。管道敷设在盾构隧道内，不但可以定期检修维护，而且一旦出现管道破损，可以立刻关闭两岸的远控截断阀，及时进行维修或更换管段。

盾构隧道穿越对河流水质不会直接产生影响。但在施工过程中各种施工机械作业可能产生少量洒落机油，洒落的机油对土壤会产生污染，在地下水位埋深较浅的地方还可能会污染地下水。

(4) 钻爆隧道施工

本工程在穿越清江(恩施市)、嘉陵江、长江(忠县)等多条河流时采用钻爆隧道的施工方式。

钻爆隧道穿越方式，施工技术成熟，施工对河道无影响，不受洪水季节的限制，不会影响河道航运；钻爆隧道穿越不但可以保证管道的埋设深度，而且也有利于管道的运行维护和安全。由于施工过程完全在河床以下完成，穿越施工过程，对河流中的水质不会产生直接影响。

隧道穿越河流的施工过程中需使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量Na_2CO_3，呈弱碱性，对土壤的渗透性差，施工过程中泥浆可重复利用，施工结束后，剩余泥浆经当地环保部门的允可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中或拉运至指定地点填埋，上面覆土，保证恢复原有地貌，且不得弃于保护区内。

根据工程分析，主要污染环节是：施工现场泥浆池有可能泄漏污染水体，施工结束后还将产生一定量的废弃泥浆。从已有工程的施工现场来看，泥浆池一般就在竖井附近，均有防渗措施，且考虑了余量，基本不会造成渗漏污染。

针对盾构隧道和钻爆隧道产生的各种影响，可采取的环保措施如表8.3-3。

表 8.3-3　盾构隧道、钻爆隧道穿越河流的影响分析及减缓措施

施工可能造成的环境影响	应采取的环保措施
水体水质变差	禁止向水体内排放一切污染物。
生活污水和生活垃圾污染水体	施工期在饮用水水源保护区内施工场地设置环保移动厕所的，定期清运，禁止在保护区内随意排放；生活垃圾定期收集清运，防止生活污水和生活垃圾直接进入河道。
油类污染地表水或岸区地下水	在河流两岸堤防以内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准清洗施工机械、排放污水； 在准保护区内施工时，大型机械设备加油及维护过程中、物料堆放场地等区域，应做好防渗措施，铺设防渗膜，避免油品泄漏污染土壤；禁止在准保护区内存放油品储罐； 施工过程和结束后，机械设备若有漏油或少量机油洒落，应及时清理散落机油。
隧道涌水	隧道涌水经沉淀，加入pH调节剂调整到6-9后，拉运至当地污水处理厂处理或在水源保护区外行政主管部门许可的地点排放，禁止排入嘉陵江、涂家河、出入水库河流及水源保护区内。
弃渣和弃土污染水体	饮用水水源保护区内禁止设置渣场，施工过程中产生的弃渣和弃

	土要堆放在指定的渣土场，不准随意堆弃，不能影响河道水质。
废弃泥浆	施工结束后，剩余泥浆经当地环保部门的允可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中或拉运至指定地点填埋，上面覆土，保证恢复原有地貌。
可能引起水土流失	施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。
隧道井口永久占地将改变原有用地使用性质	尽量压减隧道施工场占地面积，施工结束后，及时恢复场地原有地貌。

(5) 顶管施工

本工程在穿越马口河(太阳河)、沮漳河、丹水、大溪沟等多条河流时采用顶管的施工方式。

目前国内采用较多的是采用大推力的千斤顶直接将预制套管压入土层中，再在管内采用人工或机械掏挖土石、清除余土而成管的施工方法。这种方式会产生多余的土石方，施工过程中会对地貌产生一定的影响，因此，施工结束后，要彻底恢复地表原貌，多余土石方可用于修筑堤坝，此外，在施工过程中，还要采取有效措施防止扬尘的产生。顶管施工方式技术成熟，施工期只要避开汛期，对地表水体的影响很小。

施工影响及应采取的减缓措施详见表 8.3-4。

表 8.3-4 顶管穿越河流的影响分析及减缓措施

顶管穿越河流的影响分析及减缓措施	
影响分析	1、顶管穿越施工期间，施工人员产生的生活污水、生活垃圾如管理不善可能会污染水体地表水质。 2、顶管施工作业时，由于干渠/河流周围地下水位埋深普遍较浅，顶管施工作业将有渗水产生，需要对作业渗水进行合理处置外排，避免污染干渠/河流地表水质。 3、施工机械作业产生可能产生(机油)渗漏，需要及时收集与处理，避免污染干渠地表水和下渗污染地下水。
类比同类项目采取的有效减缓措施	1、必须避开汛期或在非灌溉期施工。 2、确保顶管穿越深度，距离河(渠)底应大于 2.0m。 3、沟渠穿越施工尽量避开大风、暴雨时段，减少水土流失。 4、严禁向附近水体排放污水和固体废物。 5、机械设备若有漏油及溅落油现象要及时清理。 6、施工结束后，要彻底恢复地表原貌，多余土石方可用于修筑堤坝。

(6) 跨越施工

本工程在穿越马水河和野三河时采用跨越的施工方式。

施工过程对地表水的影响主要为：产生的扬尘会污染河道，产生的污染物容易进入水体等。施工影响及应采取的减缓措施详见表 8.3-5。

表 8.3-5　跨越河流的影响分析及减缓措施

河流名称	跨越方式	采取的环保措施
马水河、野三河	桁架跨越、悬索跨越	1、施工现场撒水压尘，减少扬尘对河道的污染。 2、防治施工污染物的任意弃置，特别是防止设备漏油遗撒在水体中。防止设备漏油污染的主要措施包括：加强设备的维修保养，在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布并在重点地方设立接油盘；及时清理漏油；在河流两岸堤防以内不准给施工机械加油或存放油品储罐，不准清洗施工机械、排放污水。 3、采取水工保护措施，防治水土流失，减少河道中悬浮物的增加。

8.3.1.2　运行期

1)　正常工况下

正常工况下，输气管线全封闭运行，采用外防腐层和强制电流阴极保护联合方式，正常运行期对穿越的水环境保护目标和河流不会造成影响，对周边水环境基本影响。如发生破裂事故，其泄漏的天然气会对大气环境造成一定的影响，由于天然气基本不溶于水，事故对河流水质的影响较小。

运行期只有各站场可能对周围水环境造成影响，各站场产生废水主要为生活污水。

本工程新建站场 14 座，野三关压气站生活污水依托已建川一线野三关压气站生活污水处理系统，垫江压气站、利川分输压气站、潜江分输压气站和大英首站新建地埋式一体化生活污水处理装置，其余站场设置环保厕所，产生生活污水、粪便污物定期由当地环卫部门有偿清运处置。

(1)　野三关压气站

已建川一线野三关压气站生活污水处理系统，处理能力 0.5m^3/h，该站生活污水经化粪池初步处理后排入地埋式一体化污水处理装置，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工要求后，用于站场绿化和道路洒水，不外排。

(2)　新建生活污水处理系统的站场

本工程垫江压气站、利川分输压气站、潜江分输压气站和大英首站 4 座站场新建地埋式一体化生活污水处理装置，各站生活污水处理工艺流程见图 8.3-1。

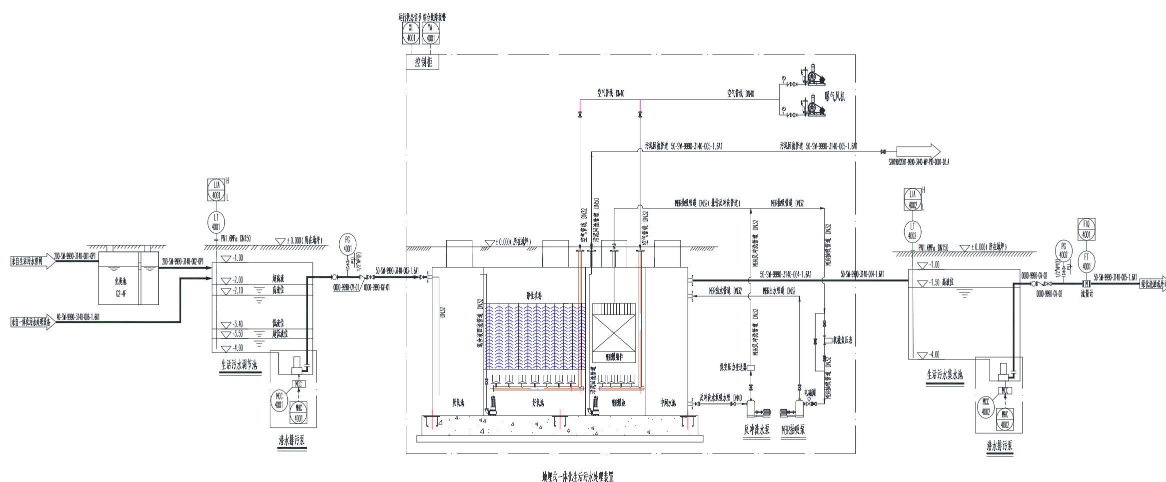


图 8.3-1　生活污水处理工艺流程图

3 座增压站场生活污水采用兼氧 MBR 膜生物处理工艺，其自带兼氧复合噬泥菌活性菌群，兼具活性污泥和膜生物法的优点，处理效果稳定，污泥量小，适合小水量的生活污水处理。根据近几年的工程实践，兼氧 MBR 膜生物处理工艺处理后的水质能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)的相关要求，可回用于站场绿化和道路浇洒，其处理效果优于接触氧化法、A-O 法等传统处理工艺。

本项目站场生活污水经管道收集后进入化粪池进行预处理，化粪池出水经污水调节池均质均量后提升进入 MBR 地埋式一体化生活污水处理装置(0.5m^3/h)，处理后污水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中的城市绿化标准后，暂存于站内生活污水集水池，用于站内绿化，不外排。

2)　事故状态下

正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输运的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，采用外防腐层和强制电流阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，正常运营期对穿越河流不会造成影响，对周边水环境基本无任何影响，仅在发生泄漏事故的状态下才会对地表水环境造成

污染影响。管线穿越河流时埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内，即使发生破裂事故，其泄漏的天然气会慢慢的泄漏到大气中，对大气环境造成一定的影响，对水质的影响较小。此外，管道的维修和维护产生的铁屑等固体杂质处理不当，将会对地表水环境造成短期的影响。

3） 结论

综上所述，本工程各站场在运行期均能依托处理设施采取有效处理，对周边地表水环境造成影响很小。

8.3.2 依托污水处理设施的环境可行性评价

本工程野三关压气站与川一线野三关压气站毗邻建设，生活污水依托该站已建生活污水处理系统(处理能力0.5m³/h)。

川一线野三关压气站站场生活污水排放及处理情况见表8.3-6。

表8.3-6 川一线野三关压气站站场生活污水处理情况统计

站场名称	设计处理量 m³/h	现有污水处理量 m³/d	本工程新增污水量 m³/d	污水水质
川一线野三关压气站	0.5	7.6	3.96	SS：100mg/L-250mg/L、COD：150mg/L-400mg/L、氨氮：20mg/L-50mg/L

由表8.3-5可知，目前川一线野三关压气站处理负荷可以满足本工程需求，出水水质能够满足相应标准要求。因此，本工程野三关压气站的生活污水处理依托现有站内污水处理设施可行。

川一线野三关压气站生活污水处理方式及排放去向详见表8.3-7。

表8.3-7 运行期生活污水处理方式及排放去向情况表

行政区划	站场名称	污水量(m³/d)	处理工艺	排放去向	排放标准
湖北省	川一线野三关压气站	3.96	化粪池+调节池+初沉池、接触氧化池+二沉池+消毒池+收集池	生活污水处理达标后，用于站场绿化和道路洒水，不外排	《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工要求

8.3.3 污染源排放量核算

本工程污染源排放贡献量主要为运行期各站场产生的生活污水。

垫江压气站、利川分输压气站、潜江分输压气站和大英首站 4 座站场新建地埋式一体化生活污水处理装置，野三关压气站生活污水依托已建站场生活污水处理设施。各站生活污水处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T 18920-2020)中的城市绿化标准后，暂存于站内生活污水集水池，用于站内绿化，不外排。

其余 9 座站场设环保厕所，产生生活污水、粪便污物定期由当地环卫部门有偿清运处置。

本工程各站污染物排放情况见表 8.3-7。

表 8.3-7　各站场污染源产生量核算

站场名称	污水量(m^3/d)	污染物种类	排放浓度(mg/L)	排放量(t/a)
垫江压气站	4.5	BOD_5	10	0.016425
		氨氮(以 N 计)	8	0.01314
利川分输压气站	4.5	BOD_5	10	0.016425
		氨氮(以 N 计)	8	0.01314
野三关压气站	3.96	BOD_5	10	0.014454
		氨氮(以 N 计)	8	0.0115632
潜江分输压气站	3.6	BOD_5	10	0.01314
		氨氮(以 N 计)	8	0.010512
大英首站	3.6	BOD_5	10	0.01314
		氨氮(以 N 计)	8	0.010512
生活污水依托市政处理的站场				
恩施分输清管站 宜昌分输清管站 安岳分输站 牟家坪首站 老翁场接收站 铜锣峡首站 大盛站 黄草峡首站 云台站	0.45 (各站均为 0.05)	BOD_5	10	0.0016425
		氨氮(以 N 计)	8	0.001314

由表 8.3-7 可知，本工程各站生活污水产生量 7522.65t/a，其中 BOD_5 ≤0.075t/a，氨氮≤0.06/a。

8.4　评价结论

1)　本项目穿越 44 处大中型河流，21 条河流均采用了非开挖方式，其余 13 条河流因穿越处地形、地貌状况或设计规范等多方因素的限制，不具备非开挖方式施工条件。根据同类项目类比可知，在采取有效的减缓措施

前提下，非开挖穿越施工不会对穿越水体产生直接影响；开挖沟埋施工方式过程中的对水体产生的较小影响也将随着施工期的结束而消失。

因此，施工期本工程对地表水环境的影响是可以接受的。

2） 本项目站场生活污水产生量很小，依托站内新建或现有处理设施，均可达标处理，对周围环境基本无影响。因此，只要加强管理，对各站场生活污水处理系统的依托是可行的。

因此，运行期本工程对地表水环境的影响是可以接受的。

9 地下水环境影响评价

9.1 管道沿线地质条件

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)沿线地域江河众多，长江干流自西向东横贯全境，以长江干流为轴线，汇集了大小支流数百条，线路地势沿河流、山脉起伏，形成南北高、中间低，从南北向长江河谷倾斜，构成以山地为主的地貌景观。线路内地形高低悬殊，地貌结构比较复杂，呈现以下特点：一是地势起伏大，层状地貌分明。西部地势高，大多为海拔 1000m～1600m 的山地；东部地势较低，大多为海拔 300m～400m 的丘陵。由于地貌发育的阶段差异和新构造运动间歇性大面积抬升，逐级分别由南北向长江河谷降低。二是地貌以山地为主，地貌形态有中山、低山、丘陵(深丘、浅丘和缓丘)河谷、平坝等五大类型，沿线地形地貌及水文地质条件较为复杂。

9.1.1 管道沿线地层概况

9.1.1.1 四川段

四川段管线沿线线路区域出露的地层岩性主要为第四系松散堆积层，下伏侏罗系地层，出露主要地层简述见表 9.1-1。

表 9.1-1 管道沿线四川段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
长宁县段	侏罗系中统沙溪庙组(J_2s)：紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩与紫灰、黄灰、灰绿色中至细粒长石砂岩，呈不等层互层泥岩中普遍含钙质结核。 侏罗系中统遂宁组(J_2sn)主要为棕红色泥岩与泥岩互层，局部层夹石英粉砂岩，底部为一层砖红色砂岩。泥岩普遍含钙质、干裂、波裂较多，波状层理发育，岩性稳定。 侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p)棕红色泥岩、钙质泥岩与浅灰浅黄、灰白色石英砂岩互层。
江安县段	侏罗系中统沙溪庙组(J_2s)：紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩与紫灰、黄灰、灰绿色中至细粒长石砂岩，呈不等层互层泥岩中普遍含钙质结核。 侏罗系中统遂宁组(J_2sn)主要为棕红色泥岩与泥岩互层，局部层夹石英粉砂岩，底部为一层砖红色砂岩。泥岩普遍含钙质、干裂、波裂较多，波状层理发育，岩性稳定。 侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p)棕红色泥岩、钙质泥岩与浅灰浅黄、灰白色石英砂岩互层。
富顺县段	侏罗系中统上沙溪庙组($J^2{}_2s$)：上部泥岩夹透镜体细砂岩。下部块状砂岩与泥岩互层，砂岩约占1/3。风化带孔隙裂隙水，泉流量小于0.2L/s，单孔出水量小于100m^3/d，个别达200m^3/d～300m^3/d。HCO_3-Ca、Mg水为主，矿化度一般0.3g/L～0.5g/L。深部有卤水埋藏。

区段名称	地质、地层特征
泸县县段	侏罗系中统上沙溪庙组(J^2_2s)：泥岩夹砂岩，砂岩占总厚20-30%，达6层～11层，不稳定。 三叠系上统须家河组(T_3xj)：砂岩、页岩夹煤层。砂岩占60%。
江阳区段	侏罗系中统上沙溪庙组(J^2_2s)：泥岩夹砂岩，砂岩占总厚20%～30%，达6层～11层，不稳定。在浅，中丘陵谷地，普遍有风化带潜水，井泉流量小于0.3L/s，单孔出水量一般小于100m³/d。构造翼部具层间裂隙水，单孔出水量可达300m³/d。HCO_3、Cl-Ca型水，矿化度小于0.8g/L。
安岳县段	全新统(Q_h)：分布在河漫滩及一级阶地上，前者为灰褐色粉细砂及砾卵石层，厚0m～14m，后者上部为灰褐色粘质砂土，下部为砂砾石层，厚0m～16m。 侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p)：安岳兴隆场至大足青龙场一带，岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为175m。与下伏遂宁组呈整合接触。
大英县段	侏罗系上统蓬莱镇组(J_3p^1)出露于仓山镇、栏江镇、乐至、东禅寺、岳源场等地附近。厚334m～418m。与下伏遂宁组呈整合接触。其岩性为紫色、灰紫色厚层一块状粉至细粒钙质长石、石英砂岩，长石砂岩与紫红色泥岩、粉砂岩、钙质泥岩组成不等厚互层，构成三个明显的韵律层，岩石中具波痕及虫蛀构造。砂岩占20%～30%，多为钙质胶结，较紧密，层理清晰，含云母碎片较多。泥岩含砂质重，且夹钙质团块及灰绿色条带，加盐酸起泡，易风化呈碎片状剥落。风化带内零星见有针状小溶孔。其间夹薄层灰绿色、黄绿色“仓山页岩”厚1m～6m。层位稳定。底部常见厚6m～20m之块状泥钙质粉砂质细粒含赤铁矿岩屑长石砂岩，称“蓬莱镇砂岩”。
安居区段	侏罗系上统遂宁组(J_3s)出露于遂宁、东禅寺、双江镇、龙台场等广大地区及西南驯龙场一带。面积达4486.19余m²，占总面积63.1%。该组地层为浅水湖泊相或河湖交替相沉积，厚度300m～419.65m。总观其岩层，砂岩与泥岩之比为1比5，且由北向南砂岩减少，而颜色变鲜，并由北东向南西减薄，该层中常见有小的溶孔和溶隙，含石膏薄层及针状石膏细脉。

9.1.1.2　重庆段

重庆市内地层以沉积岩为主，出露地层较齐全，自青白口系至第四系均有出露，其厚约 10400m～15870m。总体分为碳酸盐岩类和碎屑岩类，松散岩类三大类。碳酸盐岩类多分布于中、低山区，碎屑岩类分布于低山、丘陵区，后者仅分布于沿江河谷地带及部分平坝地区，在区内东北部城口和东南部秀山有少许元古界板溪群浅变质岩发育。境内管道沿线地层岩性见表 9.1-2。

表 9.1-2　管道沿线重庆段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
铜梁区段	遂宁组(J_2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚一般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚 104m～250m。 沙溪庙(J_2s)：上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩。 下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含

区段名称	地质、地层特征
	钙质结核。
合川区段	合川区段由新到老出露地层： 沙溪庙(J_2s)：上段为灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段为灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚 10m 以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。 须家河(T_3xj)：为一套含煤地层，该组可分为 6 个岩性段，1、3、5 段为浅灰～灰黑色页岩及薄煤层 1 层～6 层，2、4、6 段为灰色、灰白色长石石英砂岩。 雷口坡(T_2l)：深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩，底部见一层厚 0.5m～1.80m 的水云母粘土岩，即“绿豆岩”富含钾。 嘉陵江(T_1j)：灰、灰白色碳酸岩为主，自下而上可分为 4 个岩性段：灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。 飞仙关(T_1f)：自下而上分为 4 个岩性段：紫红色钙质泥岩、页岩夹灰段岩；以青灰色灰岩为主，夹紫红色泥岩灰段；紫红色泥岩为主夹薄层条带状泥灰岩段；紫灰色泥质灰岩夹钙质泥岩段。 长兴(P_2c)：自下而上分为 3 个岩性段：深灰色泥质灰岩段；灰白色中～厚层灰岩，含燧石结核段；青灰色灰岩，局部含硅质层及燧石条带。
北碚区段	北碚区段由新到老出露地层： 沙溪庙(J_2s)：上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚 10m 以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。 须家河(T_3xj)：为一套含煤地层，该组可分为 6 个岩性段 1、3、5 段为浅灰～灰黑色页岩及薄煤层 1 层～6 层，2、4、6 段为灰色、灰白色长石石英砂岩。 雷口坡(T_2l)：深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩，底部见一层厚 0.5m～1.80m 的水云母粘土岩，即“绿豆岩”富含钾。 嘉陵江(T_1j)：灰、灰白色碳酸岩为主，自下而上可分为 4 个岩性段：灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。 飞仙关(T_1f)：自下而上分为 4 个岩性段：紫红色钙质泥岩、页岩夹灰段岩；以青灰色灰岩为主，夹紫红色泥岩灰段；紫红色泥岩为主夹薄层条带状泥灰岩段；紫灰色泥质灰岩夹钙质泥岩段。 长兴(P_2c)：自下而上分为 3 个岩性段：深灰色泥质灰岩段；灰白色中～厚层灰岩，含燧石结核段；青灰色灰岩，局部含硅质层及燧石条带。
渝北区段	渝北区段由新到老出露地层： 沙溪庙(J_2s)：上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、

区段名称	地质、地层特征
	黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚 10m 以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。 须家河(T_3xj)：为一套含煤地层，该组可分为 6 个岩性段 1、3、5 段为浅灰～灰黑色页岩及薄煤层 1 层～6 层，2、4、6 段为灰色、灰白色长石石英砂岩。 嘉陵江(T_1j)：灰、灰白色碳酸岩为主，自下而上可分为 4 个岩性段：灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。
长寿区段	长寿区段由新到老出露地层： 沙溪庙(J_2s)：上段为灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段为灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚 10m 以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。 须家河(T_3xj)：为一套含煤地层，该组可分为 6 个岩性段 1、3、5 段为浅灰～灰黑色页岩及薄煤层 1 层～6 层，2、4、6 段为灰色、灰白色长石石英砂岩。 嘉陵江(T_1j)：灰、灰白色碳酸岩为主，自下而上可分为 4 个岩性段：灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。 飞仙关(T_1f)：自下而上分为 4 个岩性段：紫红色钙质泥岩、页岩夹灰段岩；以青灰色灰岩为主 ，夹紫红色泥岩灰段；紫红色泥岩为主夹薄层条带状泥灰岩段；紫灰色泥质灰岩夹钙质泥岩段。
垫江县段	垫江县段由新到老出露地层： 蓬莱镇组(J_3p)：岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为 175m。与下伏遂宁组呈整合接触。 遂宁组(J_2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚一般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚 104m～250m。 沙溪庙(J_2s)：上段为灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段为灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。
忠县县段	区内由新到老出露地层： 蓬莱镇组(J_3p)：岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为 175m。与下伏遂宁组呈整合接触。 遂宁组(J_2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚-般 1m～3m，约占全层的 19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚 104m～250m。

区段名称	地质、地层特征
	沙溪庙(J_2s)：上段为灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段为灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚10m以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。
石柱土家族县段	区内由新到老出露地层： 蓬莱镇组(J_3p)：岩性为灰白、紫灰色中厚层状细粉粒钙质长石砂岩与棕红色泥岩略等厚互层，底部蓬莱镇砂岩为块状长石砂岩。最大残留厚度为175m。与下伏遂宁组呈整合接触。 遂宁组(J_2sn)：顺蓬莱镇组外围分布。岩性主要为紫红、棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉砂岩透镜体。砂岩单层厚一般1m～3m，约占全层的19%。泥岩间含网状、脉状石膏及钙质结核。底部砖红色、灰白色粉砂岩(即扇子山砂岩)与下伏沙溪庙组呈整合接触。厚104m～250m。 沙溪庙(J_2s)：上段为灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段为灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。 新田沟组(J_2x)：黄绿色泥岩、页岩为主，夹薄层粉、细砂岩，底部有一层灰黄、黄绿色孔洞状细粒石英砂岩，即“凉高山砂岩”。 自流井(千佛岩)组($J_{1-2}z$)自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。 珍珠冲(白田坝)组(J_1z)：紫红色、灰紫色、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩为主，夹细粒石英砂石，底部为一蹭厚10m以上的灰白、白色中厚层石英砂岩即“白沙岗砂岩”。 须家河(T_3xj)：为一套含煤地层，该组可分为6个岩性段1、3、5段为浅灰～灰黑色页岩及薄煤层1层～6层，2、4、6段为灰色、灰白色长石石英砂岩。 雷口坡(T_2l)：深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩，底部见一层厚0.5～1.80m的水云母粘土岩，即“绿豆岩”富含钾。 嘉陵江(T_1j)：灰、灰白色碳酸岩为主，自下而上可分为4个岩性段：1灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。 飞仙关(T_1f)：自下而上分为4个岩性段：紫红色钙质泥岩、页岩夹灰段岩；以青灰色灰岩为主，夹紫红色泥岩灰段；紫红色泥岩为主夹薄层条带状泥灰岩段；紫灰色泥质灰岩夹钙质泥岩段。 长兴(P_2c)：自下而上分为3个岩性段：深灰色泥质灰岩段；灰白色中～厚层灰岩，含燧石结核段；青灰色灰岩，局部含硅质层及燧石条带。

9.1.1.3　湖北段

湖北段为三面环山向南敞开的不完整盆地，地势总体呈西高东低。省内地层发育较完整，除缺失下泥盆统外，太古代至新生代地层皆有出露。属于太古代的地层，目前认为仅有大别群及桐柏群两种，岩性主要为一套受中～深区域变质作用和混合岩化作用形成的各种片麻岩，出露于鄂东北，

组成大别山和桐柏山主体；元古界由红安群、应山群、武当群、两郧群、板溪群、神农架群、崆岭群组成，其中：崆岭群变质较深，出露于黄陵背斜，主要由黑云母斜长片麻岩组成。板溪群、神农架群变质轻微，板溪群分布于通山、崇阳、石首及鹤峰等地，为一套轻变质的碎屑岩建造，岩性为硬砂岩、砂质千枚岩、板岩，神农架群主要岩性是碳酸盐岩类和板岩、千枚岩。红安群、应山群、武当群和两郧群变质程度为浅至中深区域变质岩，岩性以片岩为主，次为片麻岩，发育于红安、应山、武当山、郧阳、郧西等地；震旦系-三叠系除鄂东北、武当山地区缺失外，其他地区均有分布，其中除至留系、泥盆系、上三叠统由砂岩组成，其它地层主要由碳酸盐岩组成；侏罗系～下第三系为内陆盆地碎屑沉积，岩性主要由砂岩、页岩、砾岩组成，侏罗系见于利川、秭归、当阳盆地和武昌县、蒲圻县、嘉鱼县一带。白垩～第三系主要集中在江汉盆地、南襄盆地一带，恩施、建始、巴东、利川等地之山间盆地亦有零星分布；上第三系由半坚硬至松软松散的粘土岩、砂岩、砂砾岩组成，集中分布于南襄盆地及江汉盆地西部与中部地区；省内第四系地层发育，下更新世～全新世地层均有，遍及河沟支汊、山岗谷地，大面积分布于江汉盆地与南襄盆地地区，由于挽近期构造运动掀斜震荡，造成东西阶地不对称，第四纪地层厚薄不一，成因复杂，包括冲积、冲洪积、冲湖积、坡积、残坡积等。

湖北段可分为秦岭地层区与扬子地层区两个一级地层分区，及十个二级分区。本次管道主要位于扬子地层区内，沿线经过鄂西山区地貌和长江中下游平原地貌，其中利川～宜昌段为鄂西山区地貌，以深山和低山丘陵为主，地形复杂，起伏较大；宜昌～潜江段为汉江平原地貌，地形平坦，村庄人口密集，沿线主要为平原和水网，地面标高一般在 40m 以下。管道沿线经过各县(市、区)地层岩性如表 9.1-3。

表 9.1-3　管道沿线湖北段地层岩性

区段名称	地质、地层特征
利川市段	三叠系上统T_3：鸡公山组：上部为粉砂岩、泥岩含煤系；下部含砾中细粒砂岩。厚0m～40m。九里岗组：砂岩、页岩夹炭质页岩、煤层及菱铁矿。厚150m～400m； 三叠系中统T_2：蒲圻群：紫红色砂质页岩、砂质泥岩和粉砂岩。567m～1268m。巴东组：上部和下部为紫红色砂页岩、泥岩，中部灰岩、泥灰岩。一般厚＞75m～1100m； 三叠系下统T_1：上部为嘉陵江组，岩性主要是中至厚层灰岩、角砾状灰岩、白云质

区段名称	地质、地层特征
	灰岩；下部大冶组，岩性为具缝合线构造的薄至中厚层灰岩；底部为页岩或薄层泥灰岩。 二叠系上统P_2：上部硅质岩夹灰岩或页岩，有些地方相变为灰岩夹硅质层；下部燧石结核灰岩夹硅质岩，底部砂页岩夹煤层，武汉附近相变为碎屑岩。 二叠系下统P_1：上部层厚灰岩、白云质灰岩、燧石灰岩，其顶部与硅质层互层，局部地方相变为硅质层；下部厚层燧石结核灰岩，含炭质瘤状灰岩及含炭页岩；底部砂页岩夹泥灰岩、煤线，局部有铝土矿。
恩施市段	三叠系中统T_2：蒲圻群：紫红色砂质页岩、砂质泥岩和粉砂岩。567m～1268m。巴东组：上部和下部为紫红色砂页岩、泥岩，中部灰岩、泥灰岩。一般厚＞75m～1100m； 三叠系下统T_1：上部为嘉陵江组，岩性主要是中至厚层灰岩、角砾状灰岩、白云质灰岩；下部大冶组，岩性为具缝合线构造的薄至中厚层灰岩；底部为页岩或薄层泥灰岩。 二叠系上统P_2：上部硅质岩夹灰岩或页岩，有些地方相变为灰岩夹硅质层；下部燧石结核灰岩夹硅质岩，底部砂页岩夹煤层，武汉附近相变为碎屑岩。 二叠系下统P_1：上部层厚灰岩、白云质灰岩、燧石灰岩，其顶部与硅质层互层，局部地方相变为硅质层；下部厚层燧石结核灰岩，含炭质瘤状灰岩及含炭页岩；底部砂页岩夹泥灰岩、煤线，局部有铝土矿。 石炭系中统C_2：上部为微粒灰岩，下部为厚层状白云灰岩。 泥盆系上统D_3：石英岩，石英砂质岩夹粉砂质粘土岩。 泥盆系中统D_2：石英岩、石英砂岩。 至留系中统S_2：黄绿色粉砂岩、细砂岩夹砂质页岩。 至留系下统S_1：罗惹坪组为粉砂质页岩，偶夹生物碎屑灰岩透镜体。龙马溪组为条纹状页岩，下部有炭质、硅质页岩。 奥陶系上统O_3：钱塘江群为上部炭质硅质页岩、硅质岩；下部中至厚层泥质瘤状灰岩、泥灰岩、泥岩。 奥陶系中统O_2：艾家山群为中厚层瘤状灰岩、结晶灰岩、龟裂纹灰岩夹页岩。 奥陶系下统O_1：上部中至厚层结晶灰岩，瘤状；下部灰岩、生物碎屑灰岩、结晶灰岩、白云质灰岩、白云岩夹页岩。
巴东县段	三叠系中统T_2：蒲圻群：紫红色砂质页岩、砂质泥岩和粉砂岩。567m～1268m。巴东组：上部和下部为紫红色砂页岩、泥岩，中部灰岩、泥灰岩。一般厚＞75m～1100m； 三叠系下统T_1：上部为嘉陵江组，岩性主要是中至厚层灰岩、角砾状灰岩、白云质灰岩；下部大冶组，岩性为具缝合线构造的薄至中厚层灰岩；底部为页岩或薄层泥灰岩。 二叠系上统P_2：上部硅质岩夹灰岩或页岩，有些地方相变为灰岩夹硅质层；下部燧石结核灰岩夹硅质岩，底部砂页岩夹煤层，武汉附近相变为碎屑岩。 二叠系下统P_1：上部层厚灰岩、白云质灰岩、燧石灰岩，其顶部与硅质层互层，局部地方相变为硅质层；下部厚层燧石结核灰岩，含炭质瘤状灰岩及含炭页岩；底部砂页岩夹泥灰岩、煤线，局部有铝土矿。 石炭系中统C_2：上部为微粒灰岩，下部为厚层状白云灰岩。 泥盆系上统D_3：石英岩，石英砂质岩夹粉砂质粘土岩。 泥盆系中统D_2：石英岩、石英砂岩。 志留系中统S_2：黄绿色粉砂岩、细砂岩夹砂质页岩。 志留系下统S_1：罗惹坪组为粉砂质页岩，偶夹生物碎屑灰岩透镜体。龙马溪组为条纹状页岩，下部有炭质、硅质页岩。 奥陶系下统O_1：上部中至厚层结晶灰岩，瘤状；下部灰岩、生物碎屑灰岩、结晶灰岩、白云质灰岩、白云岩夹页岩。 寒武系上统ϵ_3：中厚层状白云岩、灰质白云岩，上部含硅质结核。

区段名称	地质、地层特征
建始县段	三叠系中统T_2：蒲圻群：紫红色砂质页岩、砂质泥岩和粉砂岩。567m～1268m。巴东组：上部和下部为紫红色砂页岩、泥岩，中部灰岩、泥灰岩。一般厚＞75m～1100m； 三叠系下统T_1：上部为嘉陵江组，岩性主要是中至厚层灰岩、角砾状灰岩、白云质灰岩；下部大冶组，岩性为具缝合线构造的薄至中厚层灰岩；底部为页岩或薄层泥灰岩。 二叠系上统P_2：上部硅质岩夹灰岩或页岩，有些地方相变为灰岩夹硅质层；下部燧石结核灰岩夹硅质岩，底部砂页岩夹煤层，武汉附近相变为碎屑岩。 二叠系下统P_1：上部层厚灰岩、白云质灰岩、燧石灰岩，其顶部与硅质层互层，局部地方相变为硅质层；下部厚层燧石结核灰岩，含炭质瘤状灰岩及含炭页岩；底部砂页岩夹泥灰岩、煤线，局部有铝土矿。
长阳土家族自治县段	志留系下统S_1：罗惹坪组为粉砂质页岩，偶夹生物碎屑灰岩透镜体。龙马溪组为条纹状页岩，下部有炭质、硅质页岩。 奥陶系上统O_3：钱塘江群为上部炭质硅质页岩、硅质岩；下部中至厚层泥质瘤状灰岩、泥灰岩、泥岩。 奥陶系中统O_2：艾家山群为中厚层瘤状灰岩、结晶灰岩、龟裂纹灰岩夹页岩。 奥陶系下统O_1：上部中至厚层结晶灰岩，瘤状；下部灰岩、生物碎屑灰岩、结晶灰岩、白云质灰岩、白云岩夹页岩。 寒武系上统ϵ_3：中厚层状白云岩、灰质白云岩，上部含硅质结核。 寒武系中统ϵ_2：薄～中厚层泥质白云岩，夹有薄层而岩。 寒武系下统ϵ_1：中厚层状细晶白云岩、鲕状白云岩，夹有页岩；在宋河～坪坝一带见条带状白云质灰岩、含炭质页岩夹灰岩透镜体、灰岩夹薄层硅质页岩及磷块岩、重晶石。 震旦系上统Z_b：部为厚层状含硅质白云岩，中部为薄层泥质白云岩、钙质页岩，揉褶发育，下部为厚～巨厚层块状细晶白云质灰岩。
宜都市段	第四系上更新统Q_3^{al}：上部为棕黄、杏黄、棕红色粘土夹灰白、灰绿色粘土条带或团块，含铁锰结核；下部为砂、砂砾石，厚20～100m。 第四系中更新统Q_2^{al+pl}：上部棕黄、棕红夹灰白、灰绿色的粘土，顶部常变为棕褐、黄褐、黑褐色，含铁锰结核；下部杂色砂、砂砾石。层位不稳定。 下第三系E：砂岩、泥岩夹薄层石膏、砂岩与砾岩互层，砾石成份以灰岩、白云岩为主，钙质胶结。 白垩系上统K_2：上部砂岩、页岩夹石膏、盐岩、芒硝；中部红花套砂岩；下部罗镜滩砾岩。 三叠系上统T_3：鸡公山组：上部为粉砂岩、泥岩含煤系；下部含砾中细粒砂岩。厚0m～40m。九里岗组：砂岩、页岩夹炭质页岩、煤层及菱铁矿。厚150～400m； 三叠系中统T_2：蒲圻群：紫红色砂质页岩、砂质泥岩和粉砂岩。567m～1268m。巴东组：上部和下部为紫红色砂页岩、泥岩，中部灰岩、泥灰岩。一般厚＞75m～1100m； 三叠系下统T_1：上部为嘉陵江组，岩性主要是中至厚层灰岩、角砾状灰岩、白云质灰岩；下部大冶组，岩性为具缝合线构造的薄至中厚层灰岩；底部为页岩或薄层泥灰岩。 二叠系下统P_1：上部层厚灰岩、白云质灰岩、燧石灰岩，其顶部与硅质层互层，局部地方相变为硅质层；下部厚层燧石结核灰岩，含炭质瘤状灰岩及含炭页岩；底部砂页岩夹泥灰岩、煤线，局部有铝土矿。 石炭系中统C_2：上部为微粒灰岩，下部为厚层状白云灰岩。 泥盆系上统D_3：石英岩，石英砂质岩夹粉砂质粘土岩。 泥盆系中统D_2：石英岩、石英砂岩。
猇亭区段	第四系全新统Q_4：上部灰黄、灰褐、棕红等色亚粘土、亚砂土；下部灰白、灰黑色砂、砂砾石。

区段名称	地质、地层特征
	第四系上更新统Q_3^{al}：上部为棕黄、杏黄、棕红色粘土夹灰白、灰绿色粘土条带或团块，含铁锰结核；下部为砂、砂砾石，厚20m～100m。
枝江市段	第四系全新统Q_4：上部灰黄、灰褐、棕红等色亚粘土、亚砂土；下部灰白、灰黑色砂、砂砾石。 第四系上更新统Q_3^{al}：上部为棕黄、杏黄、棕红色粘土夹灰白、灰绿色粘土条带或团块，含铁锰结核；下部为砂、砂砾石，厚20m～100m。 第四系中更新统Q_2^{al+pl}：上部棕黄、棕红夹灰白、灰绿色的粘土，顶部常变为棕褐、黄褐、黑褐色，含铁锰结核；下部杂色砂、砂砾石。层位不稳定。 第四系中下更新统Q_{1-2}：上部棕黄、棕红色粘土，常缺失；下部砂砾石层。
荆州区段	第四系全新统Q_4：上部灰黄、灰褐、棕红等色亚粘土、亚砂土；下部灰白、灰黑色砂、砂砾石。 第四系上更新统Q_3^{al}：上部为棕黄、杏黄、棕红色粘土夹灰白、灰绿色粘土条带或团块，含铁锰结核；下部为砂、砂砾石，厚20m～100m。
沙市区段	第四系上更新统Q_3^{al}：上部为棕黄、杏黄、棕红色粘土夹灰白、灰绿色粘土条带或团块，含铁锰结核；下部为砂、砂砾石，厚20m～100m。
潜江市段	第四系全新统Q_4：上部灰黄、灰褐、棕红等色亚粘土、亚砂土；下部灰白、灰黑色砂、砂砾石。

9.1.2　管道沿线构造概况

9.1.2.1　四川段

管道沿线经过区域所处大地构造上属扬子准地台(I级构造单元)的次级构造(IⅡ级构造单元)四川台坳，三级构造单元属川中台拱区，区内构造褶皱多为穹隆、短轴背斜和鼻状构造。出露的中生代地层主要为侏罗系。

据调查，管道沿线经过区域未发现大的断裂构造，地震活动弱，属于基本稳定区。管道沿线经过地质构造运动对管道建设影响小。

9.1.2.2　重庆段

重庆段位于杨子准地台，西部为四川台拗东部边缘，中部为川东南褶皱束，东北部为大巴山台缘褶断带，东南部为上杨子台褶带。重庆市中西部为平行的梳状弧形复式褶皱。华蓥山背斜隆起最高，核部有下古生界寒武系地层出露，其余一般为三叠系，少数为二叠系地层。

华蓥山、铜锣山、明月峡三条长背斜地带，呈紧密束状褶皱，背斜隆起高而窄，向斜相对宽阔。这三条背斜向南渐次分枝，形成渐趋低落的帚状褶皱群。明月峡以东至方斗山为一系列弓弧形背斜圈闭的较为开阔的椭圆形的向斜盆地。川东条形褶皱带主要是水平挤压力作用下形成的。因此，在不对称背斜的陡翼，箱状背斜的肩部，梳状背斜的顶部和翼部由陡到缓的急变带，常发生走向压性，压扭性断裂和局部小规模横切断裂。

管道沿线由西向东主要经过褶皱构造依次为沥鼻峡背斜、璧山向斜、北碚向斜、观音峡背斜、悦来场向斜、龙王洞背斜、重庆-沙坪向斜、铜锣山背斜、大盛场向斜、明月峡背斜、梁平向斜、铁峰山背斜、万州向斜、忠县向斜、方斗山背斜、石柱向斜和七曜山背斜，背斜与向斜相间排列形成隔挡式褶皱构造。

根据区域地质资料，管道沿线经过的主要断裂分布有四处：具体情况如下：

1) 华蓥山基底断裂

该断裂北起达州北、向南西经大竹、邻水、合川、铜梁、荣昌至宜宾南，长约 460km，是四川盆地内规模最大的断裂带。断裂带总体走向北 40°～45°东，倾向南东，倾角 30°～70°，具挤压逆冲性质。在地表，断裂表现为沿一系列背斜轴部延伸、断续出露而规模不大的压性或压扭性断层，长度多在几千米至几十千米，构成华蓥山断裂带。规模最大的地表断裂在华蓥山天池、宝顶一带，连续出露长度达 50km 以上。断裂晚更新世以来无明显的活动性，且以蠕滑活动方式为主。该段断裂曾发生过多次 5 级左右的地震，如公元前 26 年宜宾一带 5 级地震，1610 年高县庆符 5 级地震，荣昌附近多次 5 级地震等，小震亦沿断裂密集成带分布，表明该段断裂现今仍具有一定活动性。华蓥山基底断裂在地表可以比较明显的分为南段、北段和中段三段。现今地震活动是南段较强，北段和中段较弱。华蓥山基底断裂在中更新世有过活动。其中南段发生过多次 5 级～5.5 级地震，北段和中段地震活动性较弱，拟建线路由中段通过。

2) 方斗山基底断裂

该断裂北起万州龙泉沟，向南经方斗山，在白马附近与七曜山～金佛山断裂带交汇。地表由 5 条～6 条断裂呈右阶雁行式排列组成的方斗山断裂带。这些断裂主要发育于二叠系～三叠系中，最大断距达 700m，长度大于 130km，为压性逆冲断层。沿断裂带中、小地震活动频繁，在石柱县茶园附近于 1979 年 8 月先后发生过 3.0 级地震和 3.8 级地震，之后于 1987 年 7 月 2 日在原地又发生 4.4 级地震，2004 年 11 月 21 日在石柱发生 ML4.6、2005 年 2 月 11 日再次发生 ML4.2 级地震。

3) 长寿-遵义基底断裂

该断裂北起长寿北西，向南经南川西、桐梓东至遵义附近，长约230km，为一条近南北走向的基底断裂带。大地电磁测深资料表明长寿～遵义基底断裂深约30km左右，倾向西。据重庆市地勘总公司资料，该断裂形成于印支运动期，进入喜玛拉雅运动期以后，该基底断裂对盖层构造的形成有明显的“干扰”作用，在断裂线西侧形成轴向平行的褶皱构造和地表断层，向在东侧则形成极特殊的“菱”形褶皱构造。地表断裂在第四纪以来均有一定活动，沿断裂有多处温泉出露。最新活动时期为早更新世至中更新世初期。在构造交切部位有地震活动，1854年在南川附近与北东向七曜山～金佛山断裂带交汇部位发生过51/2级地震。

4)　七曜山-金佛山基底断裂

该断裂大致沿金佛山、七曜山一带展布，走向北东，向北东可达巫山附近，长度大于350km。大地构造上，为四川台坳与上扬子台皱带两个二级大地构造单元的边界断裂，控制了两侧地层与构造的发育，断裂带北西侧为中生代地层分布区，构造上表现为狭窄背斜与宽缓向斜组成的“隔挡式”褶皱；断裂带南东侧古生代地层广泛发育，构造上为宽缓背斜与向斜组成的“城垛式”褶皱。在地貌上断裂带构成四川盆地的东南边界，从最高一级夷平面的分布高程来看，南东侧比北西侧高出约600m～700m。其西南段在南川南西与长寿-遵义基底断裂相交。沿断裂带有中强地震活动，在与长寿-遵义断裂带的交汇部位南川附近，1854年发生过51/2级地震，石柱一段曾发生过10次ML4.0级～4.6级地震。该基底断裂老场段晚更新世早期有过活动迹象。

9.1.2.3　湖北段

湖北段管道沿线主体处于扬子板块与华北板块中声代对接带的南侧，仅鄂东北大别山地区处于中生代对接带的北缘。中生代晚期-新生带滨太平洋构造域叠加在早期构造行迹之上。根据中生代(印支运动)以来的地质构造面貌，拟建管道主要位于2个地质构造区。

扬子陆块(台地褶皱构造区)，分布于阳日-京山断裂以南省境广大地区。该区在晋宁运动(距今约8亿年)形成的结晶基底基础上，历经扬子稳定地块盖层发展和多期构造改造的过程，主要构造鄂变形为-系列浅层次的正常褶皱和脆性断裂。在鄂西黄陵地区前震旦系基底有元古代超基性、

基性及酸性岩浆岩侵入活动，在东南地区有燕山期中酸性岩浆侵入活动。

襄樊-汉江坳陷、断陷内陆盆地，中生代晚期以来进入喜马拉雅活动期，受滨太平洋构造域的影响，省域内出现了襄樊汉江坳陷、断陷内陆盆地，呈北北西向及北北东向横跨叠加前新生代基底构造线。盆地内堆积了数百～数千米红色碎屑～泥质沉积物，第四纪以前沉积物均已成岩并被新断裂切割成不同块体，总貌显示构造比较简单。

管道沿线在湖北省境内由西向东沿线经过或靠近的主要断裂包括齐跃山断裂(七曜山断裂)、建施-恩施断裂、咸丰断裂带、新华断裂、仙女山断裂、天阳坪-监利断裂、雾渡河断裂、通城河断裂、远安断裂、南漳-荆门断裂、胡家集-沙洋断裂、潜北断裂、青峰-襄樊-广济断裂(襄樊以东称襄樊-广济断裂)、黄梅断裂等。

秦岭褶皱系属中央造山带的组成部分，属于强烈变形构造单元，带内发育活动断裂，控制着破坏性地震的发生。扬子准地台在大地构造属性上属于准稳定性质，但仍有破坏性地震沿断裂分布。据湖北省区域地质资料，管道沿线经过的一些断裂具有活动断裂性质，如属武陵断裂系的齐跃山断裂(七曜山断裂)、建施-恩施断裂、新华断裂、仙女山断裂、通城河断裂、胡家集-沙洋断裂、襄樊-广济断裂等。

1) 建始-恩施断裂带

该断裂呈北北东向，由建始和恩施两断裂组成。建始断裂位于茶山和白果坝背斜西翼的建始、屯溪、文斗一带，省内长 190km。恩施断裂沿白坝背斜东翼的恩施、陶子溪、老场上延展，省内长约 120km。断裂主体倾向南东。两断裂性质相近，早期是二次纵张基础上发展起来的压扭性断裂，存在较宽的破碎带，以发育挤压片理、糜棱岩和构造透镜体为特征，构造透镜体常出现“套角砾”构造。同时，分别控制了恩施、建始红色盆地的形成、发展和消亡；后期对盆地切割和破坏，恩施盆地西缘的张扭性滑落现象明显。据记载历史上在恩施断裂西侧黄金洞发生过五级以上地震，建始断裂的屯溪，近代发生特大的岩崩现象，表明二断裂具活动断裂性质。

2) 新华断裂

该断裂呈北北东向，以通过兴山县新华得名。据卫片解译和区调成果，该断裂北切阳日湾断裂抵青峰-襄樊-广济断裂，向南经秭归、长阳背斜北

北东向转折处，经中营与来凤断裂相接，构成长达 360 余 km 的北北东向断裂带。该断裂实为一条较宽的、时断时续呈雁行排列的断裂。北段连续性好，断裂切割神农架群、震旦系-侏罗系，表明形成于燕山期。断裂显示压剪性，整个断裂西倾。挽近时期有-定活动性，马桥两河口有温泉出露，龙潭坪近代巨大岩崩使河流堵塞，79 年断裂西侧有 5 级以上地震发生。秭归-中营一线，由一系列北北东向相接的断裂组成，多具压扭性。由于断裂影响导致长阳背斜由东西向转为北北东向。南段来凤-带由数条断裂组成，两盘地层破碎，构成相当发育的构造角砾岩带及炭化现象，两侧地层缺失严重。

3)　仙女山断裂

该断裂呈北北西向，北始秭归县荒口，斜切长阳背斜，南止五峰县渔阳关，长近 100km。断面倾向南西，是一条力学性质极为复杂的断裂。该断裂实为一系列雁行状断层组成的断裂带，断层线平直，具直线深切沟谷地貌。断面平整，具东侧相对南移、水平断距和垂直断距均小的特点，表明它是从顺扭剪切型断裂基础上发展起来的。中期破碎带数十米，以角砾岩为主，角砾由大小不等的灰岩组成。断裂错断三叠系和控制了仙女山断陷盆地的发育，表明中期的张扭性活动大约发生在白垩纪初期。晚期本断裂力学性质发生改变，表现为压扭性活动，形成-套糜棱岩带穿插于张性角砾岩带之中，且切割白垩纪砂岩，形成斜冲断层。在荒口及下羊圈等地见石炭系、二叠系和三叠系斜冲于白垩系砂岩之上，其活动时期显然在白垩-第三纪之后。挽近时期表现较强的活动性。沿断层两例地貌景观、水系特征和两侧河流阶地性质有明显差异，雄伟陡峻的断层崖，岩崩现象普遍。从新第三纪山原期剥夷面形成以来，垂直断距最大地段达百米。北段东盘上升强烈，中段、南段西盘较剧。断裂错动方式主要为张扭性的倾向滑动型。历史上曾多次发生地震，最大震级为 5.2 级。

4)　通城河断裂

该断裂呈北北西向。北始后坪，向南经马良坪、通城河、入江汉盆地与老城、松滋处隐伏断裂相连，全长约 200km，倾向东。在杨家岗，断裂通过肖家埝复式向斜，两侧地层位错，东盘南移约 2km，破碎带宽 30m，具炭化现象。向南马良坪、袁家河带，断裂主要发育在古生界与白垩-第

三系间，破碎特别强烈，宽达数十米，出现断层角砾岩，角砾具再次破碎现象，断面附近主要为碎裂岩，并出现糜楼岩，志留系页岩柔搓成粉末状，局部见斜向擦痕。保康鸡公凸白垩系砾岩可斜冲于志留系之上。通城河一带沿断层线构成几十千米断层崖，大致由三至四条近乎平行的断层组成，夹于断层间的岩块，形变更紧闭，且多呈线型短轴向斜，两旁岩层背遍发育断层角砾岩。该断裂第四纪时的活动性较强，洋坪、汪家坡断裂两侧喀斯特溶洞高程西高东低，相差近 200m。松滋老城的隐伏断裂，沿此线两侧地貌、地层分界极为鲜明，沿分界线有松滋河和一系列沼洋，以西许多古河床至此均被切割，历史上有多次微震发，反映老构造的复活现象。

5) 胡家集沙洋断裂

该断裂位于乐乡关地垒与汉水地堑间，为隐伏断裂。据物探推测由两条断裂组成，呈北北西向延展于尹家集、胡集、沙洋一线。长约 140km。倾向东，上陡，向深部急剧变缓。根据地震、声波测井，该断裂断面波发育，连续性好，断点清楚。重力显示密集递变带。两侧磁场有一定差异，表明断裂的客观存在。从华山观花岗岩中发育的北北西向断裂引起的强烈动力变质作用来推测，在前白垩纪，胡家集-沙洋断裂似具压剪性盾，白垩-第三纪时期具同沉积断裂的特点，控制汉水断陷槽地的形成和发展，沉积约 2000m 厚的白垩-第三系，盆地显示西断东超的结构，沉积中心偏向断裂一侧。第四纪时期的槽地沉积物及其河流等亦偏向断裂一侧，现代汉水对乐乡关隆起的侵袭显著，历史上发生多次微震。总体来看，它是白垩-第三纪时期活动性特征的继续和发展，应属张剪性为主的活动断裂。

6) 襄樊-广济断裂

青峰-襄樊-广济断裂在襄樊以东段习称襄樊-广济断裂，该断裂大致分布在枣阳县耿集、随县新阳店、伏岭和三里岗红色盆地。三里岗一带，断裂破碎带宽达 3km，京山县周关、古井一带硅化糜棱岩带宽 50m～100m，沿断裂带碎裂岩、角砾岩、糜棱岩、硅化岩发育。长期活动性明显，挤压角砾与张性角砾皆有，新老大小岩块堆积混杂，显示极其复杂的构造面貌。断裂总体具向南逆冲的特点；“飞来峰”、“构造窗”构造在河口店亦有出露；三里岗尚见台区震旦系逆冲于白墨系之上，而白垩系又不整合盖于随县群之上，形成台区震且系逆冲于槽区随县群之上的构造景观。由京山

县三阳向东，据物探资料推测大致经云梦、孝感、武汉、黄风至广济呈北西向近展，沿断裂有玄武岩分布，控制了孝感-长江第四纪槽地的形成。黄冈、广济一带糜棱岩、断裂发育，断裂面和褶皱轴面地表均倾向南西，与西部情况有明显区别。

9.1.3　管道沿线水文地质条件

地下水赋存特征由于受地质构造、岩性、风化作用和地形地貌等因素影响，地下水的成因类型、分布与埋藏条件各不相同。根据含水层介质特征，地下水赋存条件、水动力特征及其富水性和透水性的不同，管道沿线地下水类型主要分为松散岩(土)类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水、基岩裂隙水、碎屑岩裂隙水。

9.1.3.1　四川段

根据地下水的含水介质特征、赋存条件与分布，四川段管道沿线主要分布第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。管道沿线水文地质见图9.1-1。

1)　第四系松散岩类孔隙水

第四系松散岩类孔隙水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深0.5m～5m，该类地下水埋藏浅，对管道建设影响表现为对管沟开挖困难和斜坡的稳定性有影响。

2)　基岩裂隙水

基岩裂隙水广泛分布于丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。含水岩组从新近系至震旦系皆有，以侏罗系、白垩系砂岩为主。碎屑岩类孔隙裂隙水按地下水赋存空间性质及水动力特征可分为裂隙水，可溶性溶孔(洞)裂隙水和层间裂隙水：

(1)　裂隙水

该裂隙水以风化带裂隙含水为主，含水带厚度一般30m～50m，富水程度极不均一，普遍贫水，单井涌量小于100m^3/d，泉流量0.01L/s～

0.51L/s，水质良好。在裂隙发育的向斜轴部、背斜缓翼、倾没端等谷丘地段单井涌水量可达 100m^3/d～500m^3/d。

(2) 可溶性溶孔(洞)裂隙水

该含水岩组主要由新近系、白垩系、侏罗系的富含钙质、膏盐层的砾岩、红色砂岩组成。富水程度视溶孔发育程度而定，因此富水程度不均，水位埋深 0m～10m，部分承压甚至自流，一般单井涌水量 100m^3/d～1000m^3/d，泉流量 1L/s～10L/s，最大暗河流量达 56.8L/s，属中等富水-富水。

(3) 层间裂隙水

该含水岩组由白垩系和上三叠统须家河组砂岩夹页岩、泥岩及煤层等组成，厚度大而稳定。一般为承压水，初始水头高，而后递减，含水层顶板埋深 24m～40m。成都东部台地白垩系夹关组含水层顶板埋深可达 100m～250m，富水性一般较好，单井涌水量 100m^3/d～300m^3/d，在背斜缓翼局部地段单井涌水量大于 1000m^3/d。

基岩裂隙水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3m～30m，主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。

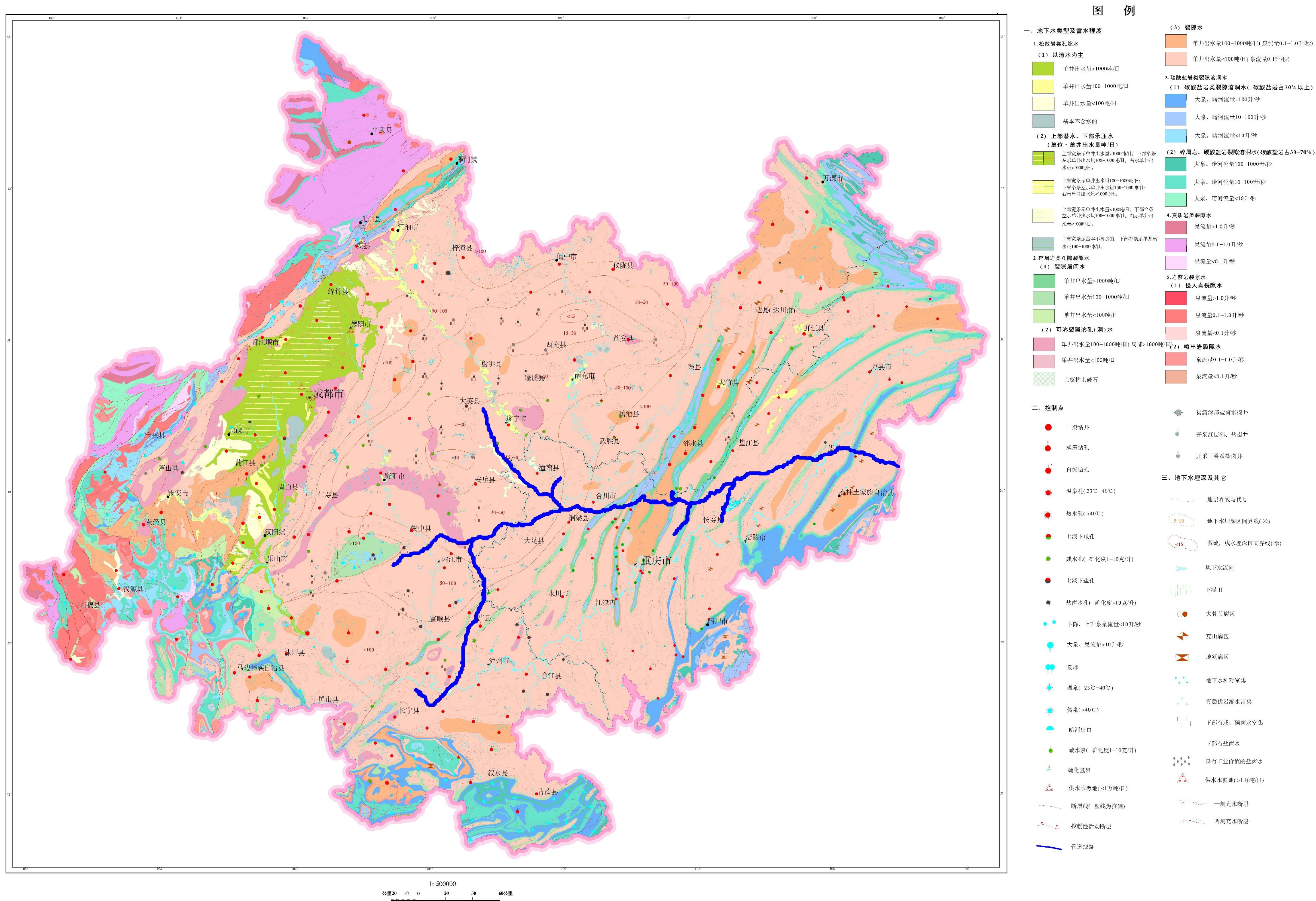


图 9.1-1 管道沿线区域水文地质图(四川段-重庆段)

9.1.3.2 重庆段

重庆段管道沿线地下水可分为碳酸盐岩类岩溶水、基岩裂隙水和松散岩类孔隙水三类。碳酸盐岩类岩溶水主要呈条带状分布于背斜山区，地下水资源丰富，但分布面积小；基岩裂隙水广布于向斜丘陵区，地下水资源贫乏，但埋藏浅，易于开发；松散岩类孔隙水仅零星分布于长江、嘉陵江、涪江等江河两岸阶地、漫滩区及梁平、垫江等山间平坝区，分布面积小，水量不大。管道沿线水文地质见图 9.1-1。

管道沿线地下水主要接受大气降水的补给，地下水运动受构造、地层岩性及地貌条件的严格控制。受长江、嘉陵江及其支流水文网切割影响，碳酸盐岩类岩溶水及碎屑岩类孔隙裂隙水主要在含水层露头区接受大气降水的补给，主要顺构造线方向迳流，排泄于长江及其支流；红层碎屑岩类裂隙水循环特征较为复杂，受局部因素影响较大，特别是受地形条件的控制突出，一般以就地补给，就地排泄为其特征。松散岩类孔隙水分布零星，沿江分布地带地表水、地下水相互转化，地表水又以垂直蒸发形式补给大气降水。

1) 碳酸盐岩类岩溶水

该类地下水主要分布在盆周山地及平行岭谷各背斜轴部，地下水赋存于三叠系、二叠系、奥陶系、寒武系、震旦系及南华系碳酸盐岩地层中。是重庆地下水中最丰富的一类，但碳酸盐岩裂隙溶洞含水层富水性极不均一，富水性受地层岩性、地貌、水文网、岩溶发育程度等多种因素影响，富水性差异极大。按水文地质条件又可分为槽谷型岩溶水和垄脊山地型岩溶水两亚类。

(1) 槽谷型岩溶水

槽谷型岩溶水主要为裸露型分布于岩溶槽谷区，含水岩组岩性主要为石灰岩、白云质灰岩及少量泥灰岩、泥岩、石膏层，在其相应层位处多呈角砾状石灰岩。

该类型水分布于铜梁、合川、渝北、永川、江津、巴南、璧山、开县、梁平、忠县等县(市)境内的沥鼻峡、温塘峡、观音峡、铜锣峡、明月峡、西山、新店子、花果山、南温泉、桃子荡、丰盛场、假角山、黄泥塘、方斗山等背斜轴部的岩溶槽谷中。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐

岩中，地貌上呈现“一山一槽二岭”或“一山二槽三岭”的地貌景观，称为典型的“川东型”岩溶地貌。槽谷由碳酸盐岩组成，延伸方向与构造线一致，呈北北东向展布，延伸可达数十千米，槽谷宽一般 1km～3km。按岩溶槽谷底部与红层丘陵区相对高差分为“低位槽谷”和“高位槽谷”，前者相对高差小于 50m，后者大于 50m，其地下水的埋藏、富水性等均有所差异。

① 高位槽谷岩溶水

该类岩溶水分布在各背斜轴部构造高点分水岭地段，如沥鼻峡、观音峡、温塘峡、铜锣峡、明月峡等均属高位岩溶槽谷。槽谷底标高多在 400m 以上。该类岩溶水的特征：分布位置高，汇水面积大，岩溶发育极不均一，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于 10m。槽谷中的岩溶现象有溶洞、漏斗、落水洞、洼地、暗河、岩溶泉等，谷底第四系覆盖较厚，暗河多顺槽谷延伸方向发育。洼地中有泉水出露，边缘多漏斗、落水洞发育，吸收地面水，或为大泉、暗河的主要补给源。含水岩层的富水程度受槽谷四周圈状的影响，差异较大。其中以四周圈闭良好的岩溶槽谷富水性最好，如江津市的临峰槽谷，永川市新店子槽谷，铜梁县岚峰槽谷等，渗入系数可达 0.8 左右，地下水丰富，钻井取水，单井涌水量可达 1000m^3/d 以上，是良好的供水源地。四周圈闭较好的岩溶槽谷，富水性中等，单井涌水量 500m^3/d～1000m^3/d 之间，渗入系数 0.5 左右。四周圈闭较差的槽谷岩溶发育极不均一，富水性差，渗入系数一般小于 0.3，单井涌水量一般小于 500m^3/d。

② 低位槽谷岩溶水

该类岩溶水主要分布在沙坪坝区青木关，合川市三汇坝以及万盛区万盛场等地。槽谷底标高 250m～300m，谷底低平宽阔，四周圈闭较好，第四系覆盖薄，汇水面积大，岩溶发育程度较均一，槽谷边缘多出露暗河。谷中有纵横向河流，地下水埋藏浅，一般小于 10m，宜用钻井开采地下水，钻孔涌水量一般大于 1000m^3/d 以上，是具供水意义的水源地。低位岩溶槽谷是岩溶水的富水地段。岩溶水除接受大气降水补给外，还接受来自槽谷外围的地下水和地表水补给，故含水丰富。

(2) 垄脊山地型岩溶水

该类岩溶水分布于中、低山区，即重庆市的东南部和东北部地区，碳

酸盐岩类地层大面积出露，地下水主要储存于二叠系至寒武系碳酸岩地层中，该类地层受构造控制，多呈带状或环状展布。该类岩溶水的特征是：岩溶发育极不均一，沟谷切割深，排泄条件好，大泉、暗河多，但动态变化极大。大泉、暗河流量一般 10L/s～100L/s，垄脊山地区开采地下水宜引泉水、引暗河为主，钻井取水，单井涌水量一般小于 500㎥/d。岩溶水储存于溶洞、暗河管道溶隙中，主要接受大气降水补给，其流量动态与降水关系极为密切，动态变化大，年变化幅度达 10 倍～100 倍，属动态极不稳定的地下水。

2) 基岩裂隙水

该类地下水泛指埋藏在沉积岩和部分变质岩(除沉积岩中碳酸盐岩和红层外)孔隙裂隙中的地下水，地表的浅部普通有优质潜水，其下还存在微承压，高水头的层间裂隙水。含水岩组自白垩系至青白口系不连续分布，在重庆市中、西部丘陵区及平行岭谷区，以白垩系、侏罗系、三叠系为主；东南部和东北部中、低山区志留系分布较为普遍，局部地段还有泥盆系、寒武系、震旦系、南华系和青白口系。平面分布上，本类地层主要分布于东北、东南部中低山区和中部平行岭谷区，在两区内有大面积出露；西部丘陵区呈条状零星分布。

从地下水赋存空间的性质及水动力特征来看，本类地下水还可分为三个亚类，即碎屑岩类孔隙裂隙水、风化带网状裂隙水和红层碎屑岩类裂隙水。

(1) 碎屑岩类孔隙裂隙水

该亚类地下水分布在各背斜山脉两侧，地下水储存在三叠系须家河(二桥)组砂岩裂隙中，须家河组为一套以砂岩为主，间夹页岩，炭质页岩、煤层的地层，砂岩占本地层总厚度的 75%以上，地形上为长垣状单斜山，相对高差达数百米，在地质构造上形成典型的自流斜地储水构造，砂岩裂隙发育，为主要含水层。该类地下水有以下基本特征：含水层岩性为砂岩，具有厚度大，延伸远，分布稳定、具承压性，地下水储存深度一般在 150m～250m 之间。富水性受岩层产状、构造、裂隙、岩性、植被等因素影响，大量资料说明，一般构造翼部较倾没端好，而缓翼又较陡翼好。在岩层倾角小于 45° 的地段，单孔涌水量一般在 500㎥/d 以上，最大可达

1000m³/d 以上，如方斗山背斜北西翼一钻孔，孔深在 101.80m 时，降深在 2.63m，涌水量为 1036.54m³/d。富水性较好的地段有新店子背斜北段，西山背斜北段东翼，花果山背斜南段，铜锣峡背斜南段西翼等。当岩层倾角大于 45° 以上时，岩层富水性中等，单孔涌水量 100m³/d～500m³/d，条件适宜地段可大于 500m³/d。箱状砂岩(即背斜核部未出露岩溶水的)，水量更小，单孔涌水量一般小于 100m³/d。

该亚类地下水分布在各背斜山脉两侧，地下水储存在砂岩裂隙中，含水层顶、底板均有隔水层夹持，在地质构造上形成典型的自流斜地储水构造。

(2) 风化带网状裂隙水

该亚类地下水主要储存于中、低山区泥盆系、志留系、寒武系、震旦系、南华系、青白口系的砂岩、页岩及变余砂岩、板岩的浅部风化裂隙中，地层中构造裂隙不发育，地表泉水多为 0.01L/s～0.1L/s，在秀山西南的前震旦系板溪群地层，泉多产自变余砂岩裂隙中，泉流量可达 0.3L/s～2.5L/s。本类地下水富水性除受岩性影响外，微地貌因素很重要，水质属低矿度淡水。

(3) 红层碎屑岩类裂隙水

该亚类地下水广泛分布于红层丘陵地区，以潼南、大足、铜梁、合川、綦江、长寿、丰都、万州等区县(市)分布最广泛。地下水储存于侏罗系白垩系地层中，含水岩组包括珍珠冲组、自流井组、新田沟组、沙溪庙组、遂宁组、蓬莱镇组、夹关组等。砂岩裂隙含水，含水多在地下 150m 以内，地下水位一般埋藏较浅，部分自流。是多个互不联系的层叠结构，富水性较不均一，有随深度增加而减弱的规律。

在向斜翼部，岩层倾角 30º～70º，砂岩、泥岩呈互层状，一般侏罗系有十余层砂岩，单层厚 10m～30m，形成多个层间含水层，每一层含水层具有独自的补、径、排系统，相互间无水力联系。据大量钻探资料证实：地下水埋藏浅，普遍具承压性，钻孔涌水量一般 100m³/d～300m³/d，条件较好的地段单孔涌水量 300m³/d～500m³/d，个别地段(如北碚区歇马场、大足)，单孔涌水量可达 1000m³/d 以上。向斜轴部的谷丘地区，岩层倾角 10° ～30° ，呈缓倾斜叠置。单孔涌水量一般在 100m³/d～300m³/d。

在平行岭谷区中的向斜轴部本层地下水主要储存在侏罗系遂宁组、蓬莱镇组以及白垩系夹关组地层中，在丘陵区则主要储存在侏罗系上沙溪庙组，遂宁组和蓬莱镇组地层中。两区的本亚类地下水含水层岩层产状倾角小于10° 或近于水平，地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为10m～30m。泉水多在砂岩底部与泥岩接触面或丘坡以下降泉的形式排泄，一般流量较小，以0.001L/s～0.05L/s。单孔涌水量一般小于100m^3/d。

该类地下水的特点是水量较贫乏，但分布广泛，与红层丘陵地区人民生活关系密切。

3) 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水零星分布在长江、嘉陵江、涪江等江河两岸的漫滩、阶地区，以及垫江、梁平山间盆地区。地下水主要储存在砂卵石层中，分布面积小，含水层厚10m～20m，单孔涌水量100m^3/d～300m^3/d，具小型供水意义。涪江右岸一级阶地含水层为砂砾卵石层，厚19.43m，单孔涌水量385m^3/d；又如位于涪江左岸一级阶地供水钻孔，砂砾卵石层厚9.8m，单孔涌水量220m^3/d。分布面积较大的漫滩，可用大井取水，水量可达1000m^3/d以上，是沿江城镇、厂矿解决生活、生产用水的较好水源地。二级阶地至六级阶地多为基座阶地，岩性为粘土夹砾卵石，透水不含水，一般无供水意义。

重庆境内管道沿线地下水补给来源主要为大气降水，故地下水水位、水量、水质以及水温的动态都直接随大气降水而变化。但是不同地下水类型的动态仍有一定差异，孔隙水一般埋藏较浅，季节变化大，动态受降雨及地表水影响。裂隙孔隙～裂隙水由于其渗透性较弱，动态变化一般不大，水位变幅1.0m～6.1m。裂隙水与前者基本相似，由于地形等因素，变幅较大，最大为10m左右，构造裂隙水动态则较稳定，多属稳定型。岩溶水的动态显著受降水控制，变化快而大，多属不稳定～极不稳定型。

管道沿线地下水水质具有水化学类型多、矿化度低、多酸性及弱碱性、极软至微硬水等特征。

9.1.3.3 湖北段

湖北段除鄂东北、鄂西北地区水文地质条件简单外，大部分地区都较为复杂。根据含水岩组岩石性质及地下水在其中的赋存形式，管道沿线地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、碳酸盐岩类岩溶裂隙水。管道沿线水文地质见图 9.1-2。

1） 利川-宜昌段

利川-宜昌段岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部分接受河流补给，向河流沟谷、低洼处以涌泉、暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于 50m，平坝低洼处在 3m～5m，水文地质条件较复杂。松散层孔隙水主要分布在河谷，平坝及冲沟处，厚度较小，一般在 5m 以内，较好的含水层为沿河分布的冲洪积砂卵石层，主要接受大气降雨补给，次为地表水补给，向河流排泄，水文地质条件较简单。

2） 宜都-猇亭段

宜都-猇亭段主要为低山丘陵地貌区，沿线地下水类型主要为孔隙水、基岩裂隙(溶隙)水，地下水位埋深一般小于 3.00m，地下水动态与大气降水密切相关，雨季时，水位上升，枯水季节，水位下降，水位年变化幅度 3m～5m。

3） 枝江-潜江段

该段水系较发育，管线经过处有玛瑙河等河流，其径流量季节性变化明显，以降雨补给为主，河流排泄最终向南注入长江。洪水季节集中在 5 月～10 月，汛期集中在 6 月～8 月，在少雨季节和枯水季节，河流主要以地下水补给为主，径流量较小或断流。湖泊和鱼塘较多，一般四季囤水。最大的湖泊为长湖，沿线穿越较大河流两条，一条为沮章河，两岸河堤宽约 300m，另一条为清河，宽约 80m。其它小型河渠众多，构成纵横交错的水网区域。沿线浅层地下水主要有第四系松散堆积层中孔隙水(潜水)，主要分布于河床及河谷阶地中，河床中地下水水位埋深 0m～1m；阶地中地下水水位埋深一般为 1m～3m，局部大于 3m。深层地下水含水层一般为卵砾石层，水量较丰富，补给来源为河床地表水、大气降水。

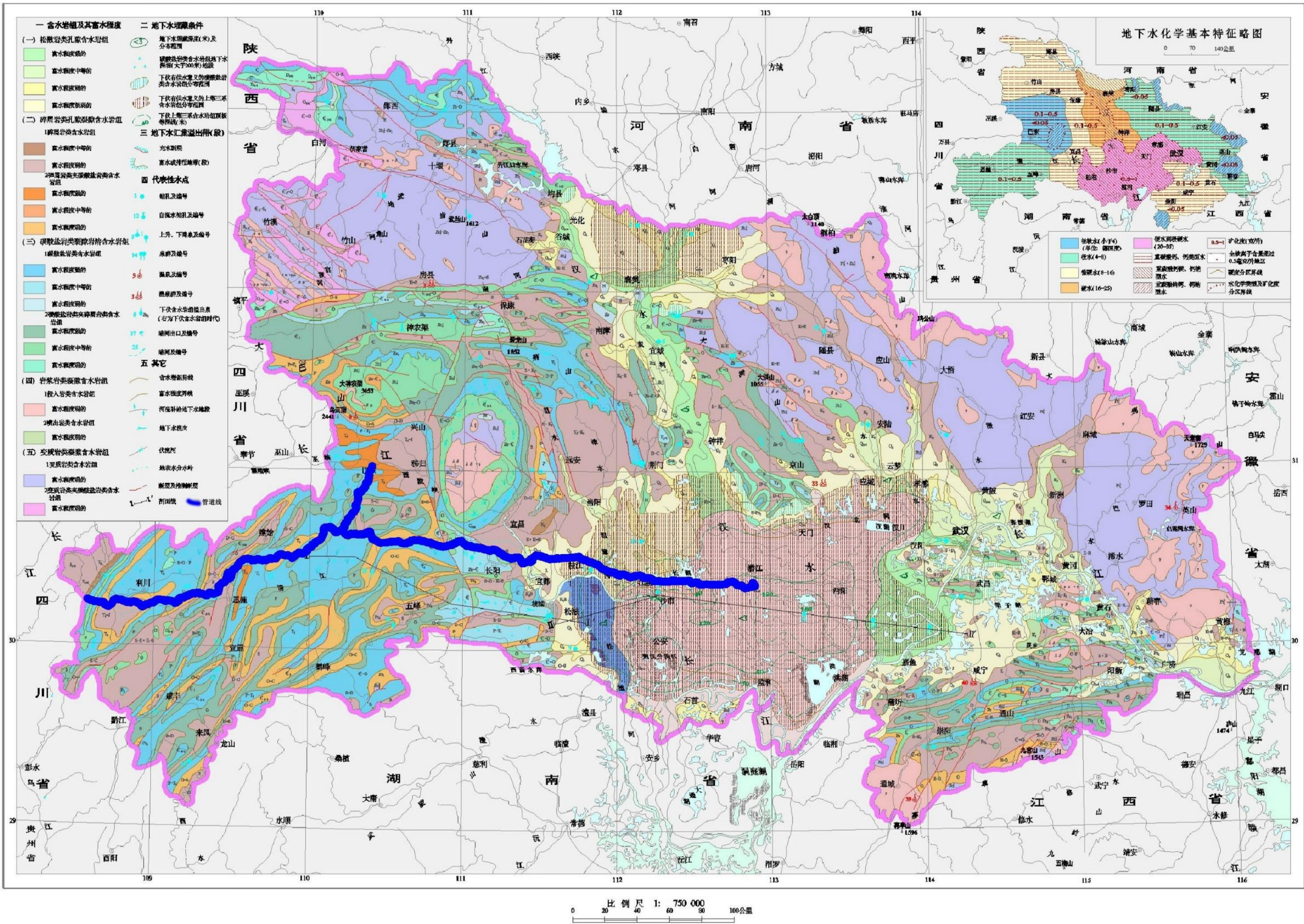


图 9.1-2　管道沿线区域水文地质图(湖北段)

9.2 管道沿线地下水环境保护目标

本项目为线性输气管道工程，大部分为一般管道工程，部分区域设置站场及阀室。线性工程以工程边界两侧向外延伸200m，作为调查评价范围；穿越饮用水源准保护区时，调查评价范围应至少包含水源保护区；线性工程站场的调查评价范围确定依据公式以及查表法（表9.2-2）。本次评价等级一般管道属于三级评价，穿越地下水保护目标的管道及站场段落，提升评价等级为二级评价。

$$L=\alpha \times K \times I \times T/n_e$$

式中：L—下游迁移距离，m;

α—变化系数，α≥1，一般取2；

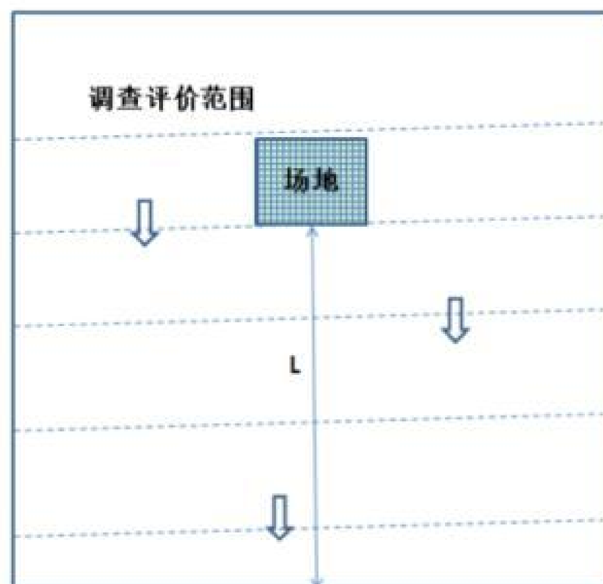
K—渗透系数，m/d，参照导则附录；

I—水利坡度，无量纲；

T—质点迁移天数，取值不小于5000d；

n_e—有效孔隙度，无量纲。

采用该方法时应包含重要的地下水环境保护目标，所得的调查评价范围如图所示。



注：虚线表示等水位线；空心箭头表示地下水流向；
场地上游距离根据评价需求确定，场地两侧不小于L/2。

图 9.2-1 调查评价范围示意图

表 9.2-1 地下水环境现状调查评价范围参照表

站场	渗透系数	水力坡度	有效孔隙度	下游迁移距离
垫江压气站	24	0.00214	0.2	2568
利川分输压气站	16	0.0031	0.2	2480
恩施分输清管站	12	0.0085	0.25	4080
野三关压气站	15	0.0076	0.3	3800
宜昌分输清管站	5	0.008	0.1	4000
潜江分输压气站	6	0.0085	0.2	2550
牟家坪首站	13	0.006	0.2	3900
老翁场接收站	4	0.007	0.2	1400
大英首站	15	0.006	0.3	3000
安岳站	6	0.008	0.3	1600
大盛站	10	0.005	0.2	2500
铜锣峡站	24	0.00214	0.2	2568
云台站	10	0.005	0.2	2500
黄草峡站	24	0.00214	0.2	2568

表 9.2-2 地下水环境现状调查评价范围参照表

评价等级	调查评价面积（km^2）	备注
一级	≥20	应包括重要的地下水环境保护目标，必要时适当扩大范围。
二级	6-20	
三级	≤6	

根据上述调查评价范围，本工程管道沿线将穿越的地下水水源保护区、近距离集中地下水饮用水源保护区、水源地、供水工程、分散水井（泉）作为地下水环境保护目标。管道沿线有 2 个穿越地下水水源保护区、2 个近距离地下水水源保护区，3 个近距离水源地和 8 个供水工程。此外，管道沿线分布有 148 处(985 眼)分散水井及泉。

9.2.1　地下水源保护区

9.2.1.1　管道沿线穿越的地下水源保护区

管道沿穿越的集中式地下水水源保护区有 2 个，详见表 9.2-3。

表 9.2-3 管道沿线穿越的集中式地下水水源保护区情况

序号	所在地	级别	水源保护区名称	管道与水源保护区关系
1	重庆市	乡镇级	合川区清平镇黄金村水源地保护区	管道距取水口 203m；管道距一级保护区边界 173m；管道穿过二级保护区范围，穿越长度为 407m；水源保护区位于管道上游。
2	湖北省	乡镇级	恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	管道距取水口 400m；管道距一级保护区边界 240m；管道沿二级保护区边界穿过，穿越长度为 1000m；水源保护区位于管道上游

（1）合川区清平镇黄金村水源地保护区

1） 水源保护区概况

重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区位于重庆市合川区清平镇黄金村4组，距离合川城区东南22.8km，属于地下水型集中式饮用水源地，服务人口1600人，设计供水能力300m^3/d，为合川区清平镇饮用水水源，水源地的管理和运营属于重庆市千年老君自来水有限公司。

2） 水文地质条件

重庆市合川区清平镇黄金村水源地所在地层属于侏罗系自流井组，主要以紫红色泥岩为主，夹黄色页岩、介壳灰岩及薄至中层石英砂岩，与下伏的三叠系须家河组假整合，以数层较稳定的砂岩形成含水层为主，泥岩相对隔水，风化带网状裂隙水分布普遍。地下水水位一般10～12米，泉流量多在0.003L/s～0.35L/s，钻孔涌水量50m^3/d～500m^3/d。

3） 保护区区划

根据《重庆市人民政府办公厅关于印发万州区等区县(开发区)集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知(渝府办〔2018〕7号》，重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区划分为一级保护区和二级保护区。其中，一级保护区：以取水口为圆心，半径为30m的圆形区域，面积为2826m^2；二级保护区：以取水口为圆心，半径30m至300m的区域，面积为0.28km^2。

4） 管道与地下水源保护区位置关系

管道穿越该二级保护区约407m，距一级保护区边界173m，距取水口203m；水源保护区位于管道上游。管道与重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区的位置关系见图9.2-2。

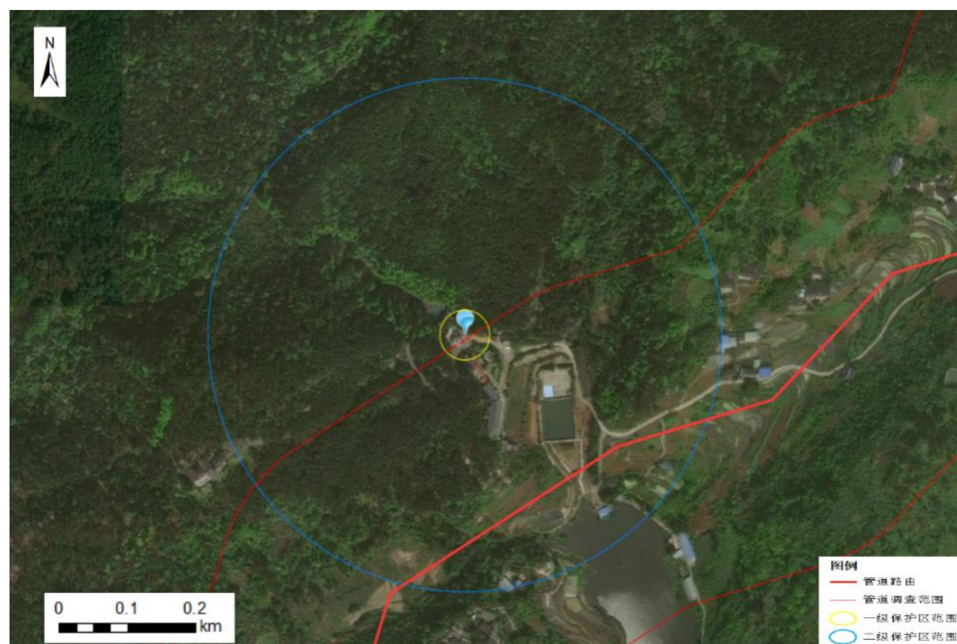


图 9.2-2　管道与重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区的位置关系平面图

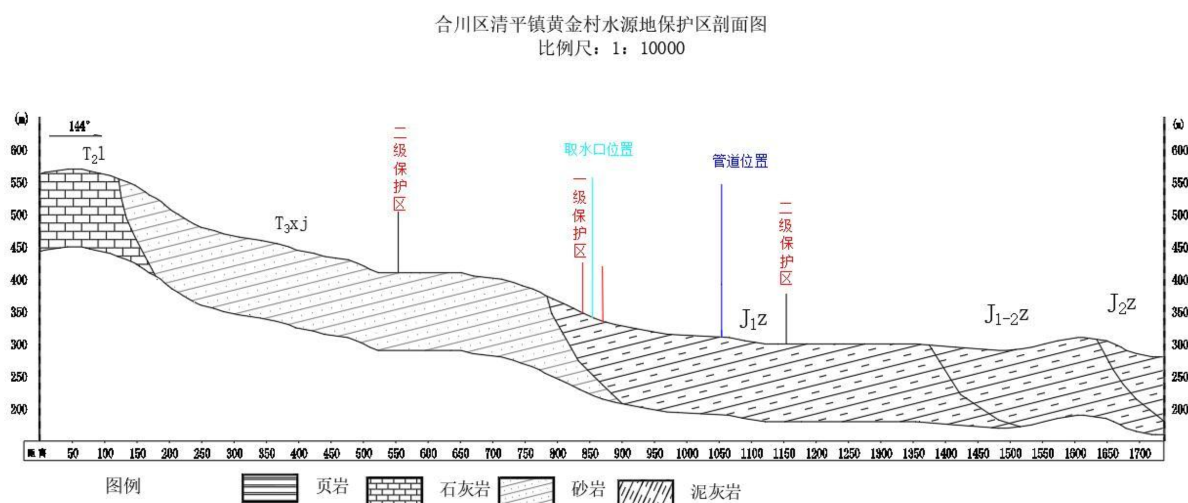


图 9.2-3　管道与重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区的位置关系剖面图

（2）恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区

1）　水源保护区概况

2）　水文地质条件

3）　保护区区划

根据《恩施市乡镇集中式饮用水水源地保护区划分方案（千吨万人）》，恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区划分为一级保护区和二级保护区。

4）　管道与地下水源保护区位置关系

管道距取水口 400m；管道距一级保护区边界 240m；管道沿二级保护区边界穿过，穿越长度为 1000m；水源保护区位于管道上游。保护区的位置关系见图 9.2-2。

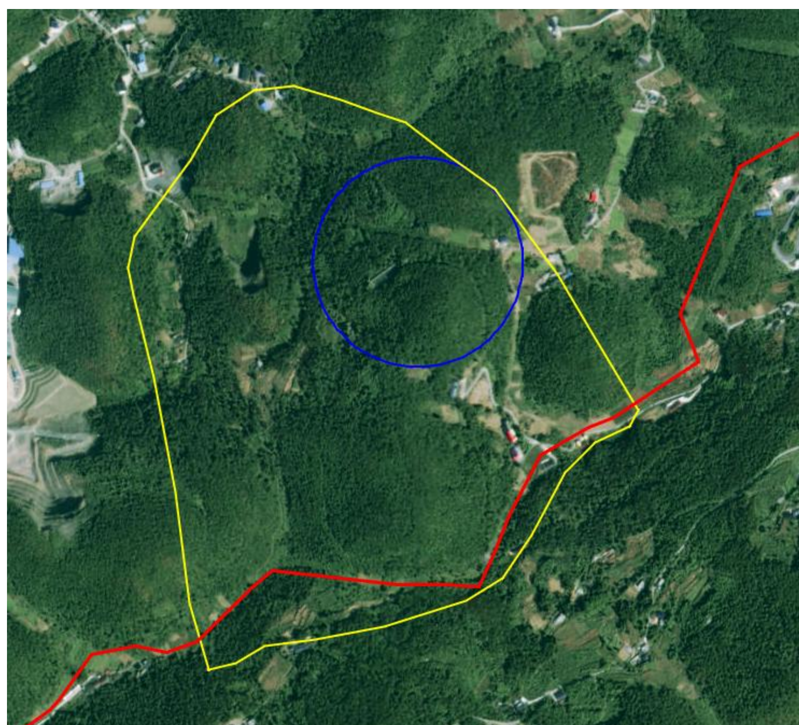


图 9.2-2　管道与恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区的位置关系平面图

9.2.1.2　管道沿线近距离水源保护区

管道沿线有 3 个近距离集中式地下水水源保护区，各水源保护区情况详见表 9.2-4。

表 9.2-4　管道沿线近距离集中式地下水水源保护区情况

序号	所在地	级别	水源保护区名称	类型	管道与水源保护区关系
1	利川市凉雾乡	乡镇级	利川市凉雾乡响水洞水源地保护区	地下水	取水口距离管线 310m，管道距离水源地一级保护区边界 280m，管道距离

序号	所在地	级别	水源保护区名称	类型	管道与水源保护区关系
					水源地二级保护区边界8m，位于管线下游。
2	恩施州	乡镇级	利川市汪营镇清江源水源地保护区	地下水	取水口距离管线544m，水源地一级保护区距离管线44m，未设置二级保护区，位于管线下游。

1） 利川市凉雾乡响水洞水源地

（1） 水源保护区概况

利川市汪营镇响水洞水源地属地下水型（岩溶水）水源地，水源地位于汪营镇小溪村，取水口位于东经 108°44′9.51734″，北纬 30°18′4.41889″，水源地水源来自地下渗水。地服务范围为小溪村，服务人口3000人，日实际供水量1300吨/天，年实际取水量为47.45万吨/年。水源地自2010年投入运行，水源地取水口1个。水源经泵房抽至小溪水厂进行沉淀过滤食盐消毒处理。现场调研发现，附近有宜万铁路经过，山后有插旗采石场。

（2） 水文地质条件

保护区位于红层丘陵区，以侏罗系砂岩为主，山间盆地与河谷阶地主要为第四系全新统冲洪积孔隙含水岩组，富水程度中等，具有就近补给、就近排泄、径流路径短的特点。裂隙水以风化带裂隙含水为主，含水带厚度一般30m～50m，富水程度极不均一，普遍贫水，单井涌量小于100m^3/d，泉流量0.01L/s～0.51L/s，水质良好。在裂隙发育的向斜轴部、背斜缓翼、倾没端等谷丘地段单井涌水量可达100m^3/d～500m^3/d。

（3） 水源保护区区划

根据《利川市百吨千人水源地划分方案》，利川市汪营镇响水洞水源保护区划分为一级保护区和二级保护区。

一级保护区：一级保护区水域以取水井为中心半径15m内的圆形区域，面积0.0007km^2。

二级保护区：二级保护区水域以一级保护区以外包线径向15m的环形区域，面积0.002km^2。

（4） 管道与地下水源保护区位置关系

管道距离取水口距离管线310m，管道距离水源地一级保护区边界

280m，管道距离水源地二级保护区边界 8m，位于管线下游。管道与该水源地保护区的位置关系如图 9.2-4。



图 9.2-4　管道与利川市凉雾乡响水洞水源地保护区的位置关系平面图

2)　恩施州利川市汪营镇清江源水源保护区

(1)　水源保护区概况

恩施州利川市汪营镇清江源水源保护区位于恩施州利川市汪营镇清江村 3 组，距利川市市区西南约 31.5km，属于地下水集中式饮用水源地，为汪营镇饮用水水源保护区。供水范围为汪营镇。

(2)　水文地质条件

恩施州利川市汪营镇清江源水源保护区所在地层属于三叠系雷口坡组，岩性主要以白云质灰岩、灰岩为主。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷、低洼处，以涌泉、暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于 50m，平坝低洼处在 3～5m，水文地质条件较复杂。

(3)　保护区区划

恩施州利川市汪营镇清江源水源保护区按照《恩施州乡镇集中式饮用

水水源保护区划分情况表》划分了一级保护区，未设置二级保护区。

一级保护区：以取水口为中心，半径为 500m 的圆形区域，面积 0.785km^2。

(4) 管道与地下水源保护区位置关系

取水口距离管线 544m，水源地一级保护区距离管线约 44m，位于管线下游。管道与该水源地保护区的位置关系如图 9.2-6。

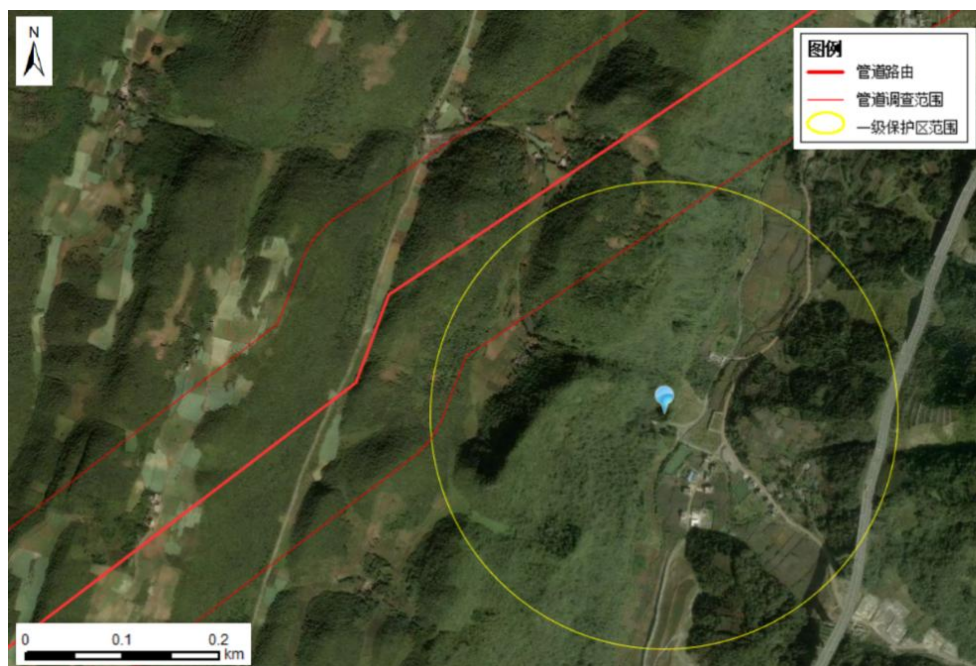


图 9.2-6 管道与恩施州利川市汪营镇清江村清江源水源保护区的位置关系平面图

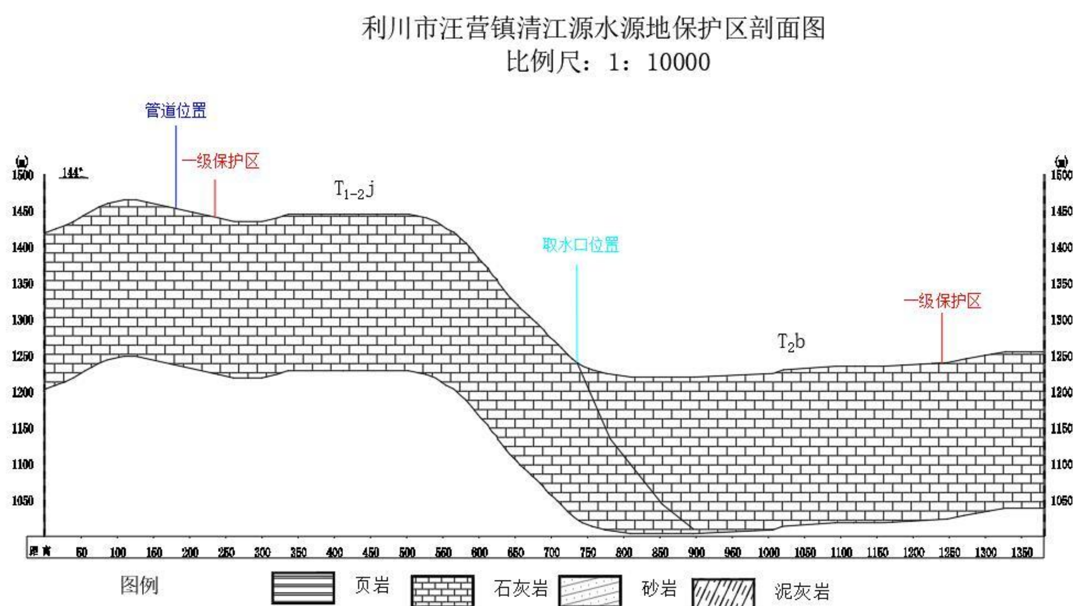


图 9.2-7　管道与恩施州利川市汪营镇清江村清江源水源保护区的位置关系剖面图

9.2.2　管道沿线近距离地下水源地及供水工程

管道沿线分布有 3 个地下水源地，8 个地下水供水工程，各地下水源地和供水工程详细情况见表 9.2-5。

表 9.2-5　管道沿线近距离地下水源地及供水工程情况

序号	类别	所在地	级别	水源保护区名称	类型	管道与水源保护区关系
1	地下水源地	恩施州	乡镇级	建始县红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家坪、黄木垭地下水型水源地	地下水	取水口距离管线 2306m，位于管线上游。
2		恩施州	乡镇级	利川市都亭街道木栈村地下水型水源地	地下水	水源地在管线上游，距离管线 475m。
3		重庆市	乡镇级	重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地	地下水	管道距取水口 620m，管道位于取水口上游
4	供水工程	重庆市	村级	渝北区统景镇谢家湾供水工程	地下水	取水口距离管线 420m，供水工程位于管线上游。
5		重庆市	村级	渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程	地下水	取水口距离管线 930m，供水工程位于管线下游。
6		重庆市	村级	渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程	地下水	取水口距离管线 742m，供水工程位于管线上游。
7		重庆市	乡镇级	渝北区统景镇黄印村黄印水厂	地下水	取水口距离管线 2000m，供水工程位于管线上

						游。
8		重庆市	村级	渝北区统景镇中和村水门洞供水工程	地下水	供水工程在管线上游，距离管线 1700m。
9		重庆市	村级	渝北区大湾镇杉树村杉树湾供水工程	地下水	供水工程取水点在管线上游，距离管线 1150m。
10		重庆市	乡镇级	合川区清平镇清泉自来水厂供水工程	地下水	供水工程距离管线 651m，供水工程取水点位于管线下游。
11		重庆市	乡镇级	合川区昌龙供水站供水工程	地下水	取水口距离管线 428m，供水工程位于管线下游。

1） 建始县红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家坪、黄木垭地下水型水源地

(1) 水源地概况

红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家坪、黄木垭地下水型水源地位于恩施州建始县红岩寺镇刘家坪村，距建始县城区西北约 24.7km，属于地下水集中式饮用水源地，为红岩寺镇饮用水水源地。供水人数 1550 人。日供水能力 93t/d，年实际取水量 3.3945×10^4t/a。

(2) 水文地质条件

水源地主要位于二叠系上统，上部硅质岩夹灰岩或页岩，有些地方相变为灰岩夹硅质层；下部燧石结核灰岩夹硅质岩，底部砂页岩夹煤层。岩性主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷、低洼处以涌泉、暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于 50m，平坝低洼处在 3m～5m，水文地质条件较复杂。松散层孔隙水主要分布在河谷，平坝及冲沟处，厚度较小，一般在 5m 以内，较好的含水层为沿河分布的冲洪积砂卵石层，主要接受大气降雨补给，次为地表水补给，向河流排泄，水文地质条件较简单。

(3) 管道与地下水源地位置关系

管道距离该水源地取水口约 2306m，位于管线上游。与该水源地的位置关系见图 9.2-10。



图 9.2-10　管道与建始县红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家坪、黄木垭地下水型水源地的位置关系

2）　利川市都亭街道木栈村地下水型水源地

（1）　水源地概况

利川市都亭街道木栈村地下水型水源地位于利川市都亭街道木栈村，距离利川市南约 2km，属于地下水集中式饮用水源地，但政府并未设置水源地保护区标志和水源地登记，实际供水约 5000 人。

（2）　水文地质条件

该水源地所在地层为三叠系中统巴东组，上段为紫红色泥岩夹粉砂岩，含有瓣腮化石。中段为灰色薄层灰岩、泥灰岩与石灰质页岩互层，中夹石灰岩。下段为紫红色泥岩夹粉砂岩及灰绿色含铜砂岩，底部为灰黄色灰质页岩及泥灰岩。暗河少见，以溶洞泉为主，规模也小，地下水以中小型溶洞泉及岩溶裂隙泉形式相互交替排泄，地下水径流模数变化在 $4L/s \cdot km^2$～$8L/s \cdot km^2$。

（3）　管道与地下水源地位置关系

水源地在管线上游，距离管线 475m。管道与该水源地的位置关系见图 9.2-11。

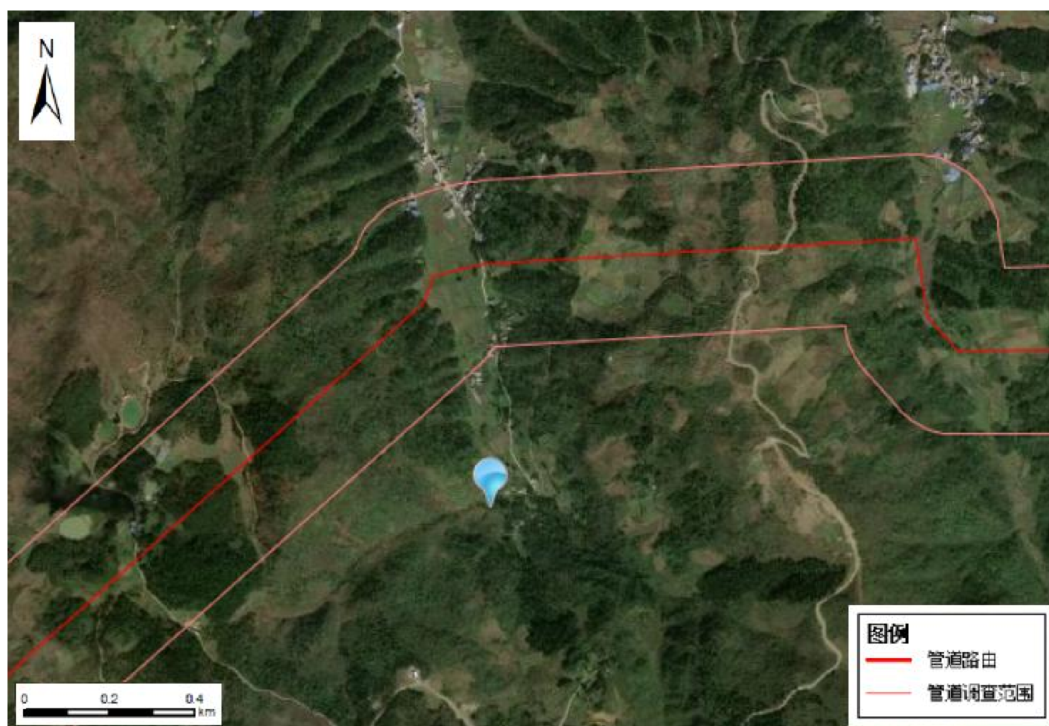


图 9.2-11　本工程管道与利川市都亭街道木栈村地下水型水源地位置关系

3)　重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地

(1)　水源地概况

重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地位于重庆市石柱县王厂镇蛟鱼村白岩组，其供水范围主要服务于王场、李场、沿溪三个乡镇。距石柱县县城西南约 36.56km，属于地下水集中式饮用水源地，为重庆市石柱县乡镇饮用水水源地。

(2)　水文地质条件

水源地所在地层为嘉陵江组：岩性以碳酸岩为主，自下而上可分为 4 个岩性段，分别为灰岩泥岩段；白云岩、白云质灰岩夹盐溶角砾岩段；灰岩为主，夹白云质灰岩段；以白云岩、白云质灰岩为主，夹灰岩及膏溶角砾岩段。岩溶发育强烈、暗河、溶洞强烈发育，暗河流量一般 100 L/s～1000L/s，泉流量大多大于 10 L/s，水位埋深一般 50m～200m，甚至 200m 以深。低位溶丘洼地<50m。

(3)　管道与地下水源地位置关系

重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地位于管道上游，距离管道约 620m。与管道该水源地的位置关系见图 9.2-12。

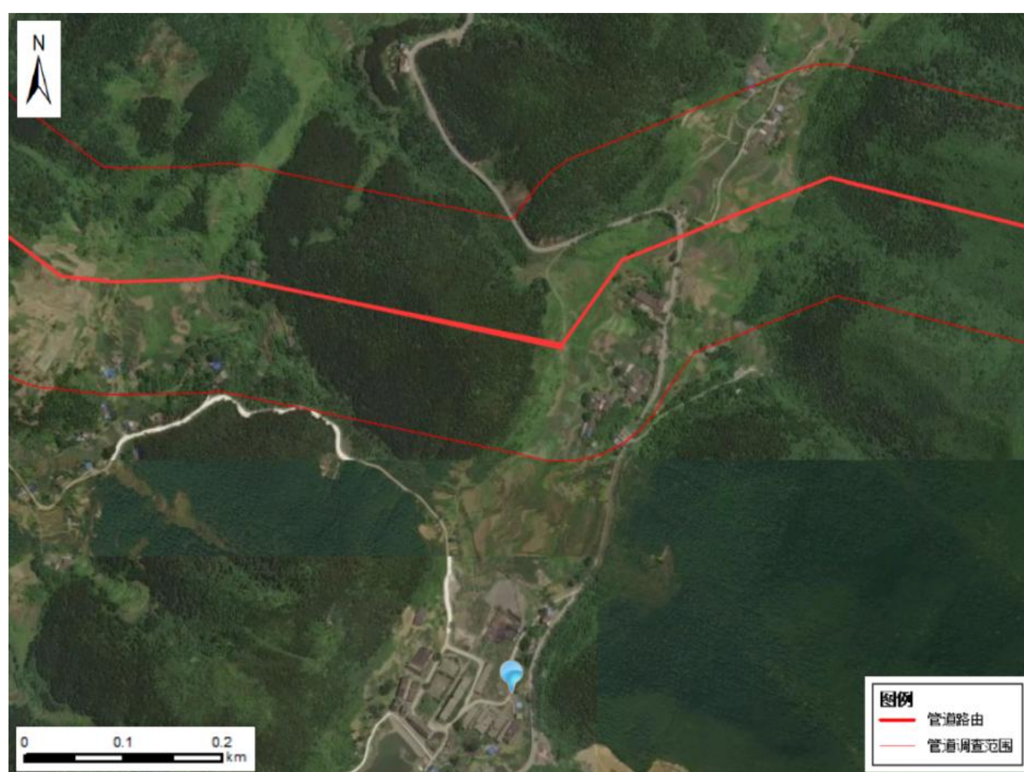


图 9.2-12　本工程管道与重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地位置关系

4)　渝北区统景镇谢家湾供水工程

(1)　供水工程概况

渝北区统景镇谢家湾供水工程位于重庆市渝北区统景镇西新村 9 组，距统景镇北约 13.5km，为统景镇西新村饮用水水源。供水范围西新村 9 组，实际供水人数 120 人，实际供水能力 7m³/d。

(2)　水文地质条件

该供水工程主要位于自流井(千佛岩)组，自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。含水岩组岩性主要为石灰岩、白云质灰岩及少量泥灰岩、泥岩、石膏层，在其相应层位处多呈角砾状石灰岩。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐岩中，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于 10m。

(3)　管道与供水工程的位置关系

管道距该供水工程取水口约 420m，该供水工程位于管道上游。与该供水工程的位置关系见图 9.2-13。



图 9.2-13　管道与渝北区统景镇谢家湾供水工程的位置关系

5）　渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程

(1)　供水工程概况

渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程位于重庆市渝北区统景镇黄印村 9 组，距统景镇北约 11.8km，属于地下水集中式饮用水源地，为统景镇黄印村饮用水水源。供水范围黄印村 9 组，实际供水人数 67 人，实际供水能力 5m^3/d。

(2)　水文地质条件

沙溪庙上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为 10m～30m。泉水多在砂岩底部与泥岩接触面或丘坡以下降泉的形式排泄，一般流量较小，以 0.001L/s～0.05L/s。单孔涌水量一般小于 100m^3/d。

(3)　管道与供水工程位置关系

管道距该供水工程取水口约 930m，该供水工程位于管线下游。管道与

该供水工程的位置关系见图 9.2-14。

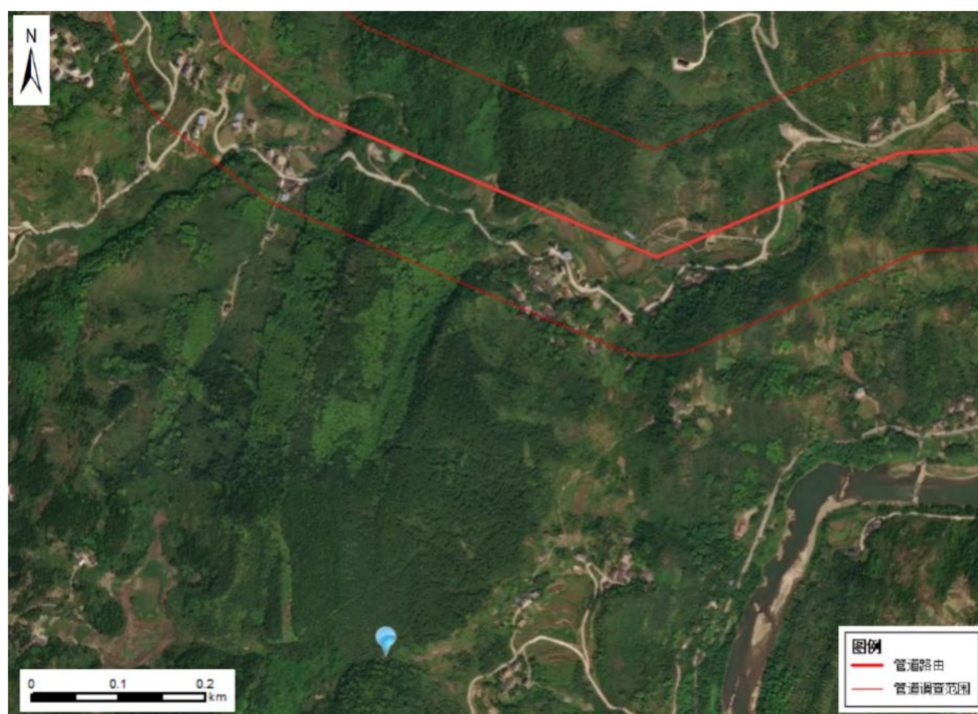


图 9.2-14　管道与渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程的位置关系

6)　渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程

(1)　供水工程概况

渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程位于重庆市渝北区统景镇黄印村 8 组，距统景镇北约 11.8km，属于地下水集中式饮用水源地，为统景镇黄印村饮用水水源。供水范围黄印村 8 组，实际供水人数 150 人，实际供水能力 15m^3/d。

(2)　水文地质条件

沙溪庙上段：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为 10m～30m。泉水多在砂岩底部与泥岩接触面或丘坡以下降泉的形式排泄，一般流量较小，以 0.001L/s～0.05L/s。单孔涌水量一般小于 100m^3/d。

(3) 管道与供水工程位置关系

管道距该供水工程取水口约 742m，该供水工程位于管线上游。管道与该供水工程的位置关系见图 9.2-15。

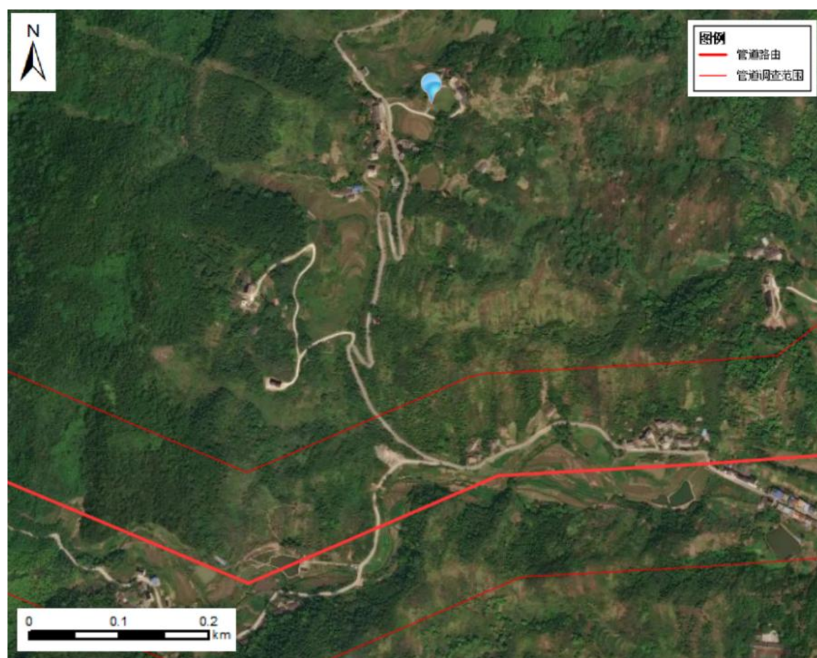


图 9.2-15 管道与渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程的位置关系

7) 渝北区统景镇黄印村黄印水厂

(1) 水厂概况

渝北区统景镇黄印村黄印水厂位于重庆市渝北区统景镇黄印村 2 组，距统景镇北约 14.8km，属于地下水集中式饮用水源地，为统景镇饮用水水源。实际供水人数 1500 人，实际供水能力 500m^3/d。水源地的管理和运行属于渝港水务公司。

(2) 水文地质条件

水厂所在位置属于沙溪庙(J2s)组：灰紫色中细粒泥质长石砂岩与紫红色钙质泥岩；下段：灰紫色块状细粒泥质长石砂岩、粉砂岩与紫红色钙质砂质泥岩。泥岩富含钙质结核。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为 10m～30m。泉水多在砂岩底部与泥岩接触面或丘坡以下降泉的形式排泄，一般流量较小，以 0.001L/s～0.05L/s。

单孔涌水量一般小于 100m^3/d。

(3) 管道与水厂位置关系

管道距该水厂取水口约 2000m，该水厂位于管线上游。管道与该水厂的位置关系见图 9.2-16。

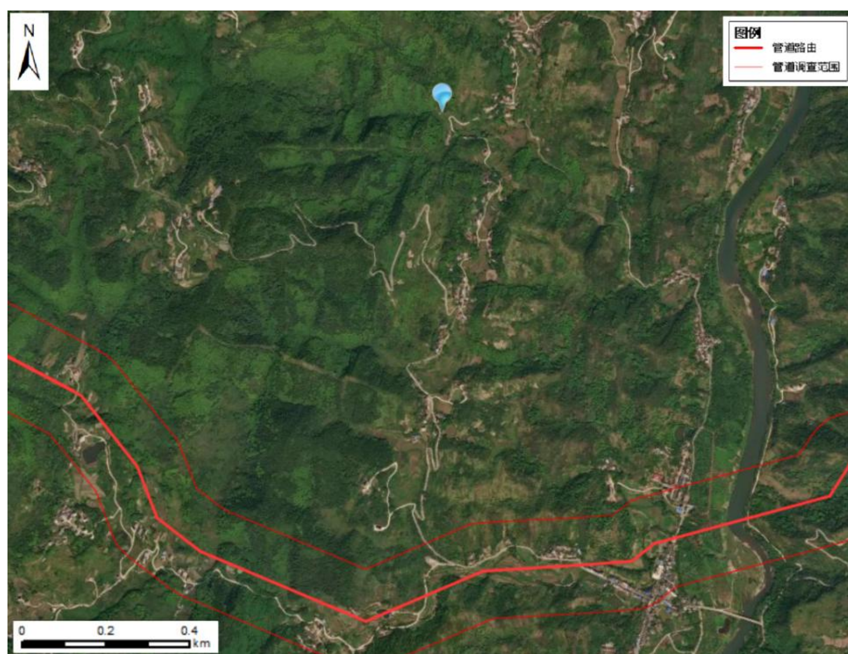


图 9.2-16 管道与渝北区统景镇黄印村黄印水厂的位置关系

8) 渝北区统景镇中和村水门洞供水工程

(1) 供水工程概况

渝北区统景镇中和村水门洞供水工程位于重庆市合川区清平镇中和村，供水人数 183 人，设计供水能力 12m^3/d，实际供水能力 14m^3/d。

(2) 水文地质条件

水源地所在地层为侏罗系自流井组($J_{1-2}z$)，主要以紫红色泥岩为主，夹黄色页岩、介壳灰岩及薄至中层石英砂岩，与下伏的三叠系须家河组假整合，以数层较稳定的砂岩形成含水层为主，泥岩相对隔水，风化带网状裂隙水分布普遍。地下水埋藏浅，水位一般近地表或略高于地面，泉流量多在 0.003L/s～0.35L/s，钻孔涌水量 50m^3/d～500m^3/d。

(3) 管道与供水工程位置关系

管道距出水口 1700m；供水工程位于管道上游。与该供水工程的位置

关系见图 9.2-17。

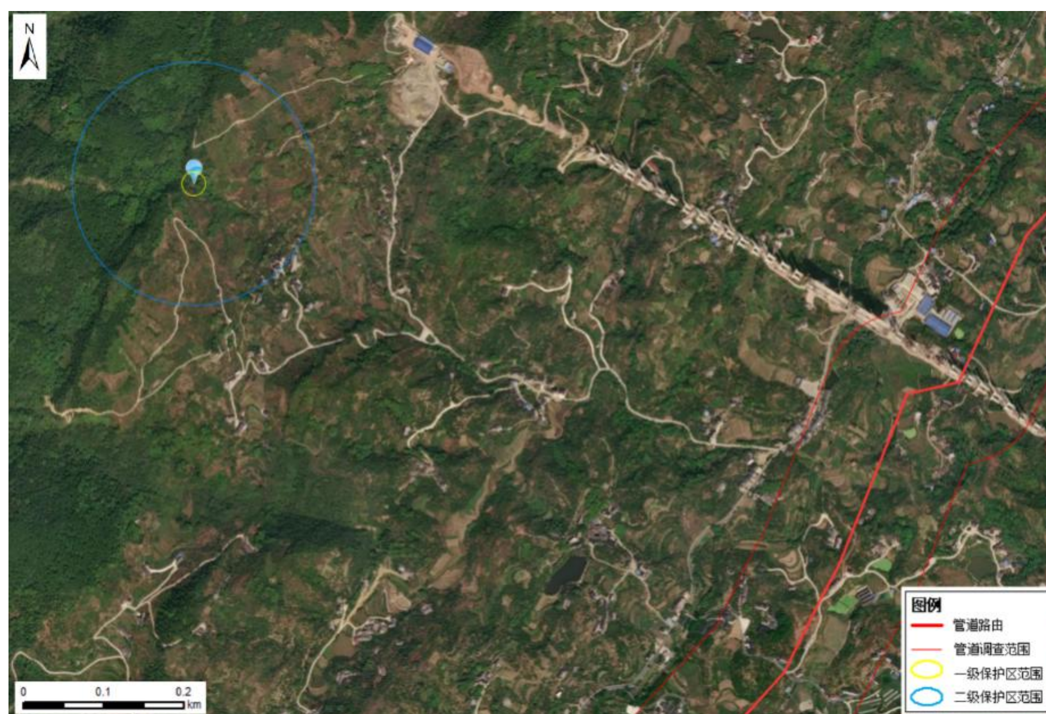


图 9.2-17　管道与渝北区统景镇中和村水门洞供水工程的位置关系

9)　渝北区大湾镇杉树村杉树湾供水工程

(1)　供水工程概况

重庆市渝北区大湾镇杉树村杉树湾供水工程位于重庆市渝北区大湾镇杉树村 3 组，供水人数 80 人，设计供水规模 18m³/d。

(2)　水文地质条件

水源地所在地层为须家河组(T_3xj)，上段为灰色厚层中粒砂岩，中部夹页岩；下段为灰色厚层中粒砂岩夹页岩、粘土岩，煤线及泥质团块，底部为炭质页岩，粘土岩。砂岩裂隙发育，为主要含水层。含水层岩性为砂岩，具有厚度大，延伸远，分布稳定；具承压性；地下水储存深度一般在 150～250m 之间；富水性受岩层产状、构造、裂隙、岩性、植被等因素影响，泉流量一般在 0.55L/s～5L/s,钻孔涌水量一般在 100 m³/d～1000m³/d。

(3)　管道与供水工程位置关系

供水工程在管线上游，距离管线 1150m。与该供水工程的位置关系见图 9.2-18。

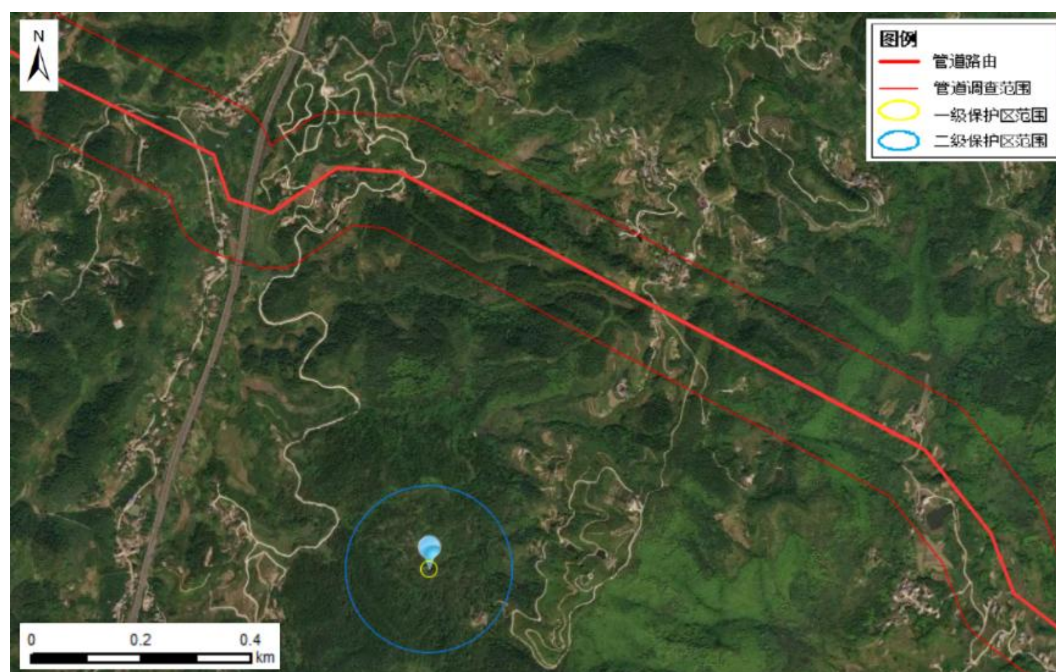


图 9.2-18　管道与渝北区大湾镇杉树村水源地的位置关系

10)　合川区清平镇清泉自来水厂供水工程

(1)　供水工程概况

合川区清平镇清泉自来水厂保护区位于重庆市合川区清平镇新木村 8 组，距合川区城东约 25.25km，属于地下水集中式饮用水源地，为清平镇饮用水水源保护区。供水范围清平社区、福林村、新木村，实际供水人数 5500 人，设计供水能力 1000m^3/d，水源地的运行和管理由清泉自来水厂进行。

(2)　水文地质条件

自流井(千佛岩)组自下而上分为：东岳庙灰岩段(以泥岩为主、夹生物碎屑灰岩)，马鞍山泥岩段，大安寨段(以泥岩、生物碎屑灰岩为主，夹页岩泥灰岩)。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐岩中，岩溶发育极不均一，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于 10m。槽谷中的岩溶现象有溶洞、漏斗、落水洞、洼地、暗河、岩溶泉等，谷底第四系覆盖较厚，暗河多顺槽谷延伸方向发育。管道和水源地位于山梁分水岭的两侧。

(3)　管道与供水工程位置关系

取水口距线约 651m，供水工程位于管道下游。管道与供水工程的位置

关系见图 9.2-19。

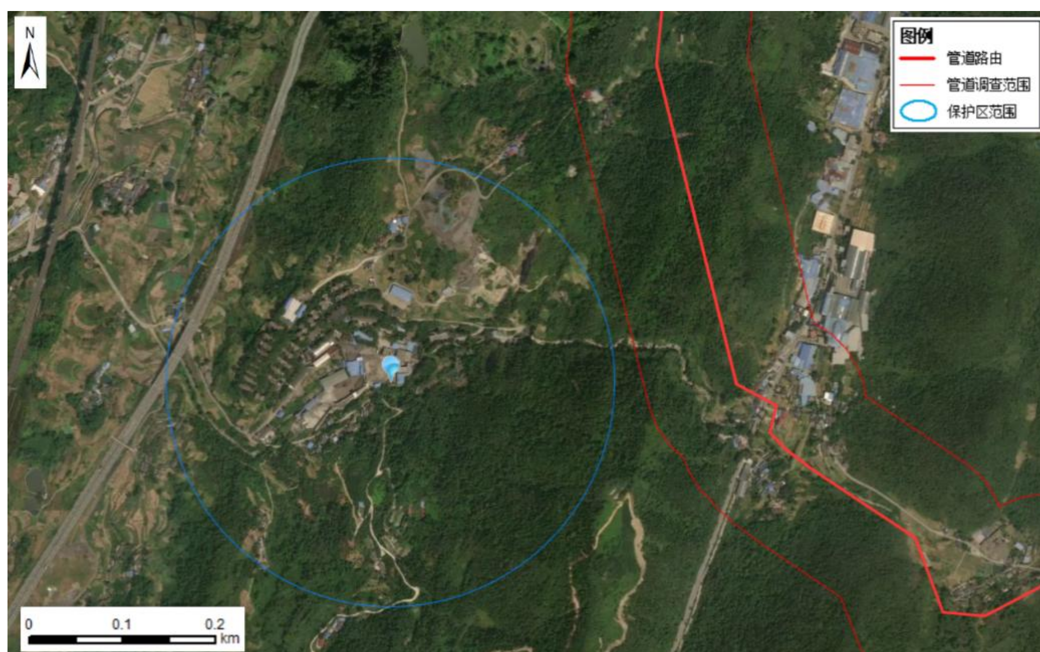


图 9.2-19　管道与合川区清平镇清泉自来水厂的位置关系

11）　合川区昌龙供水站供水工程

（1）　供水工程概况

重庆市合川区昌龙供水站供水工程位于重庆市合川区清平镇新木村 8 组，距清平镇城北约 3.6km，属于地下水集中式饮用水源地，为清平镇饮用水水源保护区。实际供水人数 1800 人。

（2）　水文地质条件

重庆市合川区昌龙供水站属于侏罗系自流井组，主要以泥岩为主，夹页岩、介壳灰岩及薄至中层石英砂岩，与下伏的三叠系须家河组假整合，以数层较稳定的砂岩形成含水层为主，泥岩相对隔水，风化带网状裂隙水分布普遍。地下水埋藏浅，水位一般近地表或略高于地面，泉流量多在 0.003L/s～0.35L/s，钻孔涌水量 50m^3/d～500m^3/d。

（3）　管道与供水工程位置关系

管道距出水口 428m，供水工程位于管道下游。与该供水工程的位置关系见图 9.2-20。

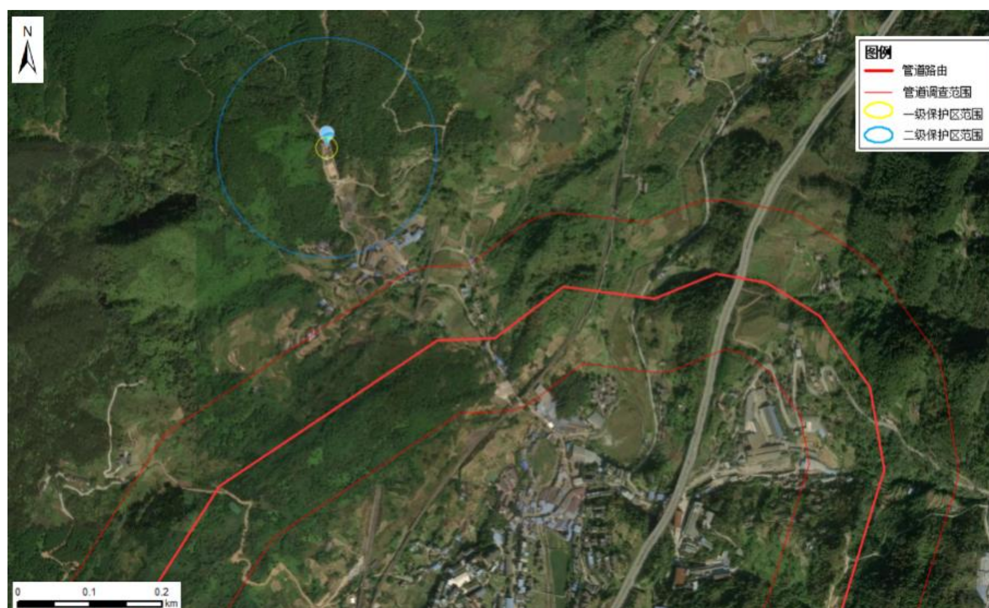


图 9.2-20 管道与重庆市合川区昌龙供水站的位置关系

9.2.3 分散式地下水饮用水源

根据现场调查，管道沿线评价范围内调查有 148 处近距离分散水井及泉眼，涉及井、泉数量 985 口，其中位于管道上游有 87 处(655 眼)，位于管道下游 61 处(330 眼)。由于管道施工对位于上游的分散水井基本无影响，因此，本次评价重点关注位于管道下游和位于隧道附近的分散水井，其基本情况详见表 9.2-4。

表 9.2-4　管道沿线近距离分散水井统计

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC001	105.291	30.523	四川省	遂宁市大英县天保镇雀桥村1组	机井	0.2	28	17	2户4人	井分布于管线右侧约90m，位于管线下游	2
DC002	105.292	30.522	四川省	遂宁市大英县天保镇雀桥村1组	大口井	1	9	4	2户4人	井分布于管线右侧约60m，位于管线下游	2
DC005	105.294	30.519	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	大口井	1	8	2	1户8人	井分布于管线右侧约80m，位于管线下游	1
DC011	105.294	30.518	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	机井	0.2	25	3	1户3人	井分布于管线右侧约40m，位于管线下游	1
DC012	105.294	30.518	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	机井	0.3	23	3	1户2人	井分布于管线右侧约40m，位于管线下游	1
DC013	105.294	30.517	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	机井	0.3	25	5	1户2人	井分布于管线右侧约50m，位于管线下游	1
DC014	105.294	30.517	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	大口井	1	10	3	1户2人	井分布于管线右侧约60m，位于管线下游	1
DC015	105.294	30.517	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	大口井	1	7	3.5	1户3人	井分布于管线右侧约30m，位于管线下游	1
DC016	105.294	30.517	四川省	遂宁市大英县天保镇建新村22组	大口井	0.8	10	2	1户4人	井分布于管线右侧约40m，位于管线下游	1
DC022	105.304	30.507	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	大口井	1	8	3	3户10人	井分布于管线左侧约140m，位于管线下游	2
DC023	105.310	30.501	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	大口井	0.8	9	4	7户36人	井分布于管线左侧约140m，位于管线下游	5
DC024	105.308	30.501	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	机井	0.2	18	2.5	1户2人	井分布于管线右侧约50m，位于管线下游	1
DC025	105.308	30.500	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	大口井	1.5	9	4	6户36人	井分布于管线右侧约70m，位于管线下游	4
DC026	105.308	30.499	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	机井	0.3	22	6	16户90人	井分布于管线右侧约170m，位于管线下游	15
DC027	105.311	30.499	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	大口井	1	11	3	1户2人	井分布于管线左侧约50m，位于管线下游	1
DC028	105.311	30.499	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	大口井	0.8	9	4	1户3人	井分布于管线左侧约60m，位于管线下游	1
DC029	105.311	30.499	四川省	遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	机井	0.3	21	3	1户2人	井分布于管线左侧约25m，位于管线下游	1
DC040	105.331	30.450	四川省	遂宁市大英县观音镇石柱沟村3组	大口井	1	9	3	4户10人	井分布于管线左侧约40m，位于管线下游	5
DC042	105.348	30.396	四川省	遂宁市安居区石洞镇老庙村3组	机井	0.3	50	3	3户6人	井分布于管线左侧约35m，位于管线下游	3

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC045	105.367	30.356	四川省	遂宁市安居区东禅镇金马寺村3组	大口井	1	6	1	7户15人	井分布于管线左侧约55m，位于管线下游	8
DC046	105.372	30.349	四川省	遂宁市安居区东禅镇金马寺村4组	机井	0.12	9	2	8户14人	井分布于管线左侧约120m，位于管线下游	7
DC049	105.400	30.290	四川省	遂宁市安居区三联乡报国寺村9组	大口井	1	9	1	5户11人	井分布于管线右侧约80m，位于管线下游	5
DC051	105.424	30.251	四川省	资阳市安岳县通贤镇金刚村11组	大口井	0.8	5	1	2户6人	井分布于管线左侧约40m，位于管线下游	2
DC087	105.315	29.140	四川省	泸州市泸县玉蟾街道神龙村13组	机井	0.12	80		30户120人	井分布于管线右侧约50m，位于管线下游	30
DC100	105.231	28.905	四川省	泸州市江阳区通滩镇上湾村5组	大口井	0.6	5	2	17户55人	井分布于管线左侧约80m，位于管线下游	14
DC135	105.287	29.106	四川省	泸州市泸县天兴镇场口村3组	机井	0.12	60	10	10户37人	井分布于管线左侧约20m，位于管道下游	10
DC143	105.251	29.022	四川省	自贡市富顺县怀德镇桥村3组	大口井	1	10	6	8户35人	井分布于管线左侧约15m，位于管道下游	8
DC145	105.248	29.002	四川省	自贡市富顺县怀德镇界碑村11组	大口井	1	10	4	11户44人	井分布于管线左侧约75m，位于管道下游	11
DC149	105.225	28.797	四川省	宜宾市江安县阳春镇走马村2组	大口井	1	15	1	5户30人	井分布于管线左侧约28m，位于管道下游	5
DC155	105.188	28.718	四川省	宜宾市江安县怡乐镇青龙村3组	大口井	2	4	0.3	2户10人	井分布于管线左侧约40m，位于管道下游	2
DC169	105.530	29.771	四川省	资阳市安岳县忠义镇谭罐村5组	大口井	1.5	2	1	3户10人	水井位于管道下游，距管道约117m	3
DC170	105.550	29.769	四川省	资阳市安岳县忠义镇八方村7组	机井	0.3	30	3	5户24人	水井位于管道下游，距管道约15m	5
DC173	105.475	29.766	四川省	资阳市安岳县李家镇倒流村2组	机井	0.3	10	0.7	7户36人	水井位于管道下游，距管道约130m	7
DC178	105.453	29.753	四川省	资阳市安岳县元坝镇天王村12村	机井	0.3	10	4	2户8人	水井位于管道下游，距管道约160m	2
DC179	105.447	29.750	四川省	资阳市安岳县元坝镇金山村7组	机井	0.3	15	5	1户3人	水井位于管道下游，距管道约190m	1
DC181	105.436	29.734	四川省	资阳市安岳县元坝镇桃儿村11组	机井	0.3	5	1	4户18人	水井位于管道下游，距管道约106m	4
DC183	105.425	29.729	四川省	资阳市安岳县元坝镇湖北组4组	机井	0.3	20	4	7户38人	水井位于管道下游，距管道约48m	7
DC184	105.426	29.722	四川省	资阳市安岳县元坝镇桃儿村2组	机井	0.3	10	0.5	5户34人	水井位于管道下游，距管道约105m	5
DC185	105.422	29.716	四川省	资阳市安岳县元坝镇三县村6组	机井	0.3	20	3	7户40人	水井位于管道下游，距管道约35m	7

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC239	104.925	28.633	四川省	宜宾市长宁县长宁镇龙门村瓦窑组	机井	0.3	20	6	20户100人	水井位于管道下游，距管道约44m	17
DC245	104.988	28.567	四川省	宜宾市长宁县老翁镇天井村6组	机井	0.3	70	20	3户10人	水井位于管道下游，距管道约19m	3
DC253	105.075	28.611	四川省	宜宾市江安县夕佳山镇新安村3组	机井	0.3	60	8	7户36人	水井位于管道下游，距管道约55m	7
DC281	105.973	29.892	重庆市	铜梁区侣俸镇志和村4组	机井	0.3	15	10	7户28人	井分布于管线左侧约130m，位于管线下游	8
DC283	106.009	29.905	重庆市	铜梁区侣俸镇双福村9组	机井	0.12	18	3	7户20人	井分布于管线右侧约110m，位于管线下游	8
DC305	106.419	29.936	重庆市	合川区草街街道龙潭村8组	大口井	2	5	1	25户120人	井分布于管线左侧约200m，位于管线下游	16
DC323	105.791	29.849	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村1组	大口井	0.8	6	1	4户17人	井分布于管线左侧约50m，位于管线下游	1
DC326	105.707	29.792	重庆市	大足区中敖镇金盆村8组	大口井	1	7	2	7户20人	井分布于管线右侧约60m，位于管线下游	7
DC327	105.699	29.785	重庆市	大足区中敖镇金盆村3组	大口井	1	7	2	1户3人	井分布于管线右侧约150m，位于管线下游	1
DC343	107.146	30.087	重庆市	长寿区石堰镇麒麟村8组	大口井	0.35	30	3	10户26人	井分布于管线右侧约110m，位于管线下游	10
DC347	107.218	30.113	重庆市	长寿区云台镇安坪村3组	大口井	1	10	1.5	10户20人	井分布于管线左侧约50m，位于管线下游	8
DC375	105.888	29.879	重庆市	潼南区寿桥镇三教村5组	大口井	1	12	1.5	3户7人	井分布于管线右侧约38m，位于管线下游	2
DC376	105.869	29.876	重庆市	铜梁区平滩镇玉龙村4组	大口井	1	15	2	5户14人	井分布于管线右侧约52m，位于管线下游	5
DC381	105.783	29.844	重庆市	潼南区卧佛镇香炉村2组	大口井	1	6	1	4户13人	井分布于管线右侧约60m，位于管线下游	4
DC400	107.128	30.067	重庆市	长寿区葛兰镇天福村4组	大口井	0.6	12	3	8户23人	井分布于管线右侧约75m，位于管线下游	4
DC401	107.140	30.082	重庆市	长寿区石堰镇麒麟村7组	大口井	0.5	18	3	7户24人	井分布于管线右侧约55m，位于管线下游	5
DC457	107.15	29.87	重庆市	长寿区但渡镇石心村6组	大口径	0.5	14	3	3户13人	井分布于管线右侧约55m，位于管线下游	3
DC493	108.283	30.298	重庆市	石柱县鱼池镇白江村双河组	泉水				20户90人	泉位于管道下游，距管道约80m	1
DC542	109.474	30.466	湖北省	恩施市屯堡乡柑子坪村4组	泉水				8户20人	泉从刀背梁子隧道内流出，泉位于管道上游，距离入口约150m	1

统一编号	经度	纬度	省份	位置	类型	井径/m	井深/m	埋深/m	供水人数	井/泉与本工程关系	分散井数量/眼
DC690	111.211	30.547	湖北省	宜昌市长阳县龙舟坪镇刘家坳村3组	大口井	1	3	1	79户,270人	井分布于左侧30m，位于管道下游	2
DC803	111.533	30.510	湖北省	宜昌市枝江市安福寺镇廖家林村1组	机井	0.3	12	1.5	4户15人	水井位于管道下游，距管道约40m	2
DC804	111.546	30.506	湖北省	宜昌市枝江市安福寺镇杨家店村5组	大口井	0.8	15	0.8	3户15人	水井位于管道下游，距管道约23m	1

9.3 地下水污染调查

管道沿线工业程度不高，对地下水污染较小，主要集中于北碚-合川沿线，如云雾山1#隧道出口的煤矿，云雾山2#隧道入口的石灰岩采矿区、生产车间和云雾山2#隧道出口的石灰石采矿区等的矿区废水就近排入河道中。根据本次现场调查，管道沿线地下水污染源主要包括生活污染源和农业污染源。

9.3.1 生活污染源

生活污染源主要分布在村民居住区，主要的污染物为生活垃圾、粪便，生活垃圾以家庭为单位定期进行处理，产生污染较小；粪便均采用粪池存储作为农家肥使用，对地下水污染小，污染物特征因子一般包括COD、氨氮等。

9.3.2 农业污染源

农业污染源主要分布于枝江-潜江所处江汉平原的农田附近，主要污染物为面源形式的化肥残留物。但使用量较小，对地下水的污染小，污染物特征因子一般包括氨氮等。

9.3.3 工业污染源

工业污染源主要分布于云雾山2#隧道出口的一处石灰石矿场内，石灰石等矿产资源开发为一处工业污染源。工业污染以点源污染为主，在灰岩地层中有矿场分布。由于该采矿区矿洞口标高较低，标高约380m，受地形地貌、地质构造、岩溶作用影响，据当地居民描述，采矿活动对该区域水量产生影响，该洞口正北218m处一水潭水位下降，并且地下水水质变差。此地区多为碳酸盐岩地层地表地下岩溶发育，地表土层防渗能力弱，推测浊度、SS浓度等升高。



照片 9.3-1　石灰石矿



图 9.3-1　污染源与管线位置关系

9.4　管道沿线地下水开发利用现状

本工程铜梁-潜江段干线，全长约 860km，其中：重庆段长度 287km，湖北段长度为 573km。地形起伏变化大，自西向东依次主要穿越了丘陵、山地和平原等多种地貌类型。根据现场调查，地下水开发利用方式与地形地貌和地下水赋存条件关系显著。

丘陵地区：工程沿线穿越了渝西红层丘陵区，其地下水多为分散开采，农村地下水开采方式以大口径土井或压水井为主，由于地下水埋深浅，开采深度多在 10m 以内，开采量小，基本 1 户 1 井或 2～3 户合用 1 口井，“红层找水”等项目施工的机井深度在 25-35m 左右，个别机井深度达到 50m。红层丘陵区总体地下水富水性贫乏、埋深浅，易开采。

山地地区：渝东部、东南部和南部和鄂西属巫山、大娄山、武陵山区。由于长江、嘉陵江、乌江及其次一级支流涪江等的切割，地形起伏变化较大，在北碚-合川和恩施-宜昌的三峡一带喀斯特(岩溶石山)地貌大量分布。在背斜条形山地中发育了渝东地区特有的喀斯特槽谷景观。受地形条件限制，山地地区居民用水以分散式集水井、引泉或溪沟水为主，为地下水的天然露头或人工自掘浅井，地下水开发利用程度较低。根据市、区和县生态环境局和水利局收集

显示和现场调查结果表明，在北碚-合川 8#阀室-10#阀室之间，当地居民多利用煤矿、石灰石等废弃矿涌水，作为乡镇集中供水水源。湖北长阳县境内存在地下水集中供水水源，但在管线影响范围之外。

平原地区：本工程沿线先后穿越江汉平原。平原区饮用水源由于地表水丰富，集中供水水源以长江和汉江等地表水为主，经宜昌、荆州和潜江市的生态环境局、水利局核实和现场调查，该范围平原区域地下水集中供水水源较少，且均在管道影响范围外。

9.5 管道沿线地下水环境现状监测

9.5.1 地下水水位监测

1） 监测点布设

根据《地下水环境影响评价导则 地下水环境》(HJ610-2016)的要求，三级评价项目需进行一期水位监测，水位监测点的数量应为水质监测点数量的 2 倍以上。本次评价共布设 86 个水位监测点，涵盖了各类水文地质区（渝西红层丘陵区，渝中平行岭谷区，渝东中低山区，鄂西裸露型岩溶区，江汉盆地岗状平原），与工程相关的涉及到管道、站场、阀室、隧道进出口均布设了地下水水位监测点，监测结果基本代表了管道沿线水文地质特征。地下水水位监测点约为水质监测点的 2 倍，对管道穿过水源地二级保护区区域布置 10 个监测点，具体布点详见表 9.5-1。

2） 监测时间

地下水水位监测时间为 2021 年 9 月-10 月。管道穿过水源地二级保护区区域的评价工作等级为二级评价，布置 5 个监测点，黄金村水源地进行二期水位监测，监测时间分别为 2021 年 9 月-10 月和 2022 年 1 月。蛇皮洞水源地进行一期水位监测，监测时间分别为 2024 年 6 月。

3） 监测结果

本次评价地下水水位监测结果详见表 9.5-1。

表 9.5-1　地下水水位监测点

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC001	105.293	30.524	四川省遂宁市大英县天保镇雀桥村1组	0.8	8	4	松散岩类孔隙潜水
JC002	105.294	30.518	四川省遂宁市大英县天保镇建新村22组	0.3	23	3	松散岩类孔隙潜水
JC003	105.304	30.507	四川省遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	1	8	3	松散岩类孔隙潜水
JC004	105.310	30.498	四川省遂宁市大英县天保镇书房湾村3组	1	9	5	松散岩类孔隙潜水
JC005	105.319	30.478	四川省遂宁市大英县观音镇河伍沟6组	1	10	2	松散岩类孔隙潜水
JC006	105.327	30.459	四川省遂宁市大英县观音镇四南湾3组	1	9	3	松散岩类孔隙潜水
JC007	105.341	30.408	四川省遂宁市安居区石洞镇东方寺村10组	1	10	2	松散岩类孔隙潜水
JC008	105.372	30.349	四川省遂宁市安居区东禅镇金马寺村4组	0.12	9	2	松散岩类孔隙潜水
JC009	105.393	30.309	四川省遂宁市安居区三联乡柴家沟村7组	1	10	3	松散岩类孔隙潜水
JC010	105.411	30.275	四川省资阳市安岳县胜利乡山福村1组	1	15	1	基岩裂隙水
JC011	105.424	30.251	四川省资阳市安岳县通贤镇金刚村11组	0.8	5	1	松散岩类孔隙潜水
JC012	105.326	29.196	四川省泸州市泸县富集镇大桥村2组	0.2	5	3	松散岩类孔隙潜水
JC013	105.315	29.140	四川省泸州市泸县玉蟾街道神龙村13组	0.12	80	7	松散岩类孔隙潜水
JC014	105.230	28.947	四川省自贡市富顺县长滩镇胡观村8组	0.8	15	2	松散岩类孔隙潜水
JC015	105.233	28.876	四川省泸州市江阳区通滩镇桐子湾村15组	2	3	1	松散岩类孔隙潜水
JC016	105.294	29.115	四川省泸州市泸县天兴镇垣山村10组	1	7	1	松散岩类孔隙潜水
JC017	105.262	29.073	四川省泸州市泸县潮河镇五谷寺村1组	0.3	80	40	松散岩类孔隙潜水
JC018	105.243	28.985	四川省自贡市富顺县怀德镇司房湾村3组	1	15	0.5	松散岩类孔隙潜水
JC019	105.225	28.797	四川省宜宾市江安县阳春镇走马村2组	1	15	1	松散岩类孔隙潜水
JC020	105.209	28.762	四川省宜宾市江安县井口镇红花村4组	1	9	8	松散岩类孔隙潜水

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC021	105.188	28.718	四川省宜宾市江安县怡乐镇青龙村3组	2	4	0.3	松散岩类孔隙潜水
JC022	105.517	29.774	四川省资阳市安岳县忠义镇伍堡村1组	0.6	3.5	1	松散岩类孔隙潜水
JC023	105.476	29.776	四川省资阳市安岳县李家镇倒流村5组	0.3	3	0.5	松散岩类孔隙潜水
JC024	105.447	29.750	四川省资阳市安岳县元坝镇金山村7组	0.3	15	5	松散岩类孔隙潜水
JC025	105.436	29.734	四川省资阳市安岳县元坝镇桃儿村11组	0.3	5	1	松散岩类孔隙潜水
JC026	105.425	29.729	四川省资阳市安岳县元坝镇湖北组4组	0.3	20	4	松散岩类孔隙潜水
JC027	105.419	29.710	四川省资阳市安岳县元坝镇三县村8组	0.3	6	1	松散岩类孔隙潜水
JC028	105.577	30.121	四川省资阳市安岳县龙台镇玉池村6队	0.8	35	8	松散岩类孔隙潜水
JC029	105.455	30.224	四川省资阳市安岳县人和乡学新村九组	0.7	14	0.5	松散岩类孔隙潜水
JC030	104.909	28.645	四川省宜宾市长宁县长宁镇马村1组	0.3	50	30	松散岩类孔隙潜水
JC031	104.978	28.577	四川省宜宾市长宁县老翁镇金光村5组	0.3	50	20	基岩裂隙水
JC032	105.038	28.575	四川省宜宾市长宁县老翁镇太平村5组	0.3	50	6	松散岩类孔隙潜水
JC033	105.059	28.596	四川省宜宾市江安县蟠龙乡泉塘村蒲家屋基组	0.3	60	7	松散岩类孔隙潜水
JC034	105.089	28.620	四川省宜宾市江安县夕佳山镇新安村金银窝组	0.3	40	5	松散岩类孔隙潜水
JC035	105.949	29.887	重庆市铜梁区侣俸镇白塔村4组	0.12	20	2.5	松散岩类孔隙潜水
JC036	106.003	29.904	重庆市铜梁区侣俸镇双福村9组	0.12	18	3	松散岩类孔隙潜水
JC037	106.009	29.905	重庆市铜梁区侣俸镇双福村9组	0.12	18	3	松散岩类孔隙潜水
JC038	106.004	29.894	重庆市铜梁区太平镇凉水村14组	0.12	40	3	松散岩类孔隙潜水
JC039	106.028	29.916	重庆市铜梁区太平镇坪漆村7组	0.12	20	15	松散岩类孔隙潜水
JC040	106.019	29.910	重庆市铜梁区太平镇坪漆村7组	0.12	20	15	松散岩类孔隙潜水
JC041	106.077	29.899	重庆市铜梁区巴川街道盘龙村6组	0.2	45	25	松散岩类孔隙潜水

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC042	106.419	29.936	重庆市合川区草街街道龙潭村8组	2	5	1	碳酸盐岩类岩溶水
JC043	106.599	29.965	重庆市合川区柳荫镇大矿村3组			450	松散岩类孔隙潜水
JC044	106.627	29.965	重庆市合川区柳荫镇西河村4组	1	3	0	松散岩类孔隙潜水
JC045	106.689	29.970	重庆市合川区茨竹镇放牛村4组	0.12	18	4	松散岩类孔隙潜水
JC046	105.809	29.857	重庆市潼南区卧佛镇香炉村4组	2	7	1	松散岩类孔隙潜水
JC047	105.791	29.849	重庆市潼南区卧佛镇香炉村1组	0.8	6	1	松散岩类孔隙潜水
JC048	105.767	29.842	重庆市潼南区五桂镇东南村3组	0.3	25	3	松散岩类孔隙潜水
JC049	106.999	29.982	长寿区洪湖镇黑岩村2组			700	松散岩类孔隙潜水
JC050	107.038	30.025	重庆市长寿区洪湖镇五龙村3组			850	松散岩类孔隙潜水
JC051	107.081	30.038	长寿区葛兰镇烟坡村5组			900	松散岩类孔隙潜水
JC052	107.125	30.061	重庆市长寿区葛兰镇天福村2组	0.6	15	2	松散岩类孔隙潜水
JC053	107.135	30.074	重庆市长寿区石堰镇干坝村2组	0.3	13	2	松散岩类孔隙潜水
JC054	107.146	30.087	重庆市长寿区石堰镇麒麟村8组	0.35	30	3	松散岩类孔隙潜水
JC055	107.163	30.104	长寿区石堰镇堰耳村7组			400	松散岩类孔隙潜水
JC056	107.218	30.113	重庆市长寿区云台镇安坪村3组	1	10	1.5	松散岩类孔隙潜水
JC057	107.993	30.350	重庆市忠县黄金镇大山村5组	2	2	1.5	松散岩类孔隙潜水
JC058	108.078	30.366	重庆市忠县忠州镇复旦村2组	0.3	50	18	松散岩类孔隙潜水
JC059	105.898	29.879	重庆市潼南区寿桥镇三教村3组	0.3	11	2	松散岩类孔隙潜水
JC060	105.888	29.879	重庆市潼南区寿桥镇三教村5组	1	12	1.5	松散岩类孔隙潜水
JC061	105.815	29.860	重庆市潼南区卧佛镇香炉村5组	2	7	1	松散岩类孔隙潜水
JC062	105.801	29.856	重庆市潼南区卧佛镇香炉村7组	1	7	1.5	基岩裂隙水

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC063	105.783	29.844	重庆市潼南区卧佛镇香炉村2组	1	6	1	松散岩类孔隙潜水
JC064	105.775	29.843	重庆市潼南区五桂镇东南村4组	0.3	27	2.5	松散岩类孔隙潜水
JC065	105.758	29.836	重庆市潼南区五桂镇东南村5组	0.3	25	3	松散岩类孔隙潜水
JC066	107.128	30.067	重庆市长寿区葛兰镇天福村4组	0.6	12	3	松散岩类孔隙潜水
JC067	107.140	30.082	重庆市长寿区石堰镇麒麟村7组	0.5	18	3	松散岩类孔隙潜水
JC068	106.785	29.976	渝北区大湾镇点灯村5组			680	松散岩类孔隙潜水
JC069	106.791	29.981	重庆市渝北区大湾镇石院村4组	0.3	2	2	松散岩类孔隙潜水
JC070	106.862	29.970	重庆市渝北区统景镇西新村5组			600	松散岩类孔隙潜水
JC071	107.148	29.868	重庆市长寿区但渡镇石心村6组	0.5	14	3	松散岩类孔隙潜水
JC072	108.102	30.351	重庆市石柱县黎厂乡江云村5组	0.2	40	4	松散岩类孔隙潜水
JC073	108.102	30.351	重庆市石柱县黎厂乡临江村6组	0.2	30	3	松散岩类孔隙潜水
JC074	108.283	30.298	重庆市石柱县鱼池镇白江村双河组			815	松散岩类孔隙潜水
JC075	108.396	30.273	重庆市石柱县黄水镇黄莲社区	0.3	30	15	松散岩类孔隙潜水
JC076	109.086	30.266	湖北省利川市团堡镇团山坝村9组			1200	松散岩类孔隙潜水
JC077	109.562	30.485	湖北省恩施州恩施市白杨坪镇康家坝村2组			1200	松散岩类孔隙潜水
JC078	109.784	30.519	湖北省恩施州恩施市业州镇金龙观组10组			1360	松散岩类孔隙潜水
JC079	110.030	30.626	湖北省恩施州建始县高坪镇小水田村1组	3	4	1.5	松散岩类孔隙潜水
JC080	111.533	30.510	湖北省宜昌市枝江市安福寺镇廖家林村1组	0.3	12	1.5	基岩裂隙水
JC081	111.546	30.506	湖北省宜昌市枝江市安福寺镇杨家店村5组	0.8	15	0.8	松散岩类孔隙潜水
JC082	108.621	30.215	湖北省恩施州利川市汪营镇清江村3组			1219	松散岩类孔隙潜水
JC083	110.368	30.615	湖北省恩施州巴东县野三关镇	1	2	0.2	松散岩类孔隙潜水

监测点编号	经度	纬度	地理位置	井径/m	井深/m	水位埋深/m	地下水类型
JC084	110.371	30.617	湖北省恩施州巴东县野三关镇			1130	碳酸盐溶洞水
JC085	110.626	30.601	湖北省宜昌市长阳县榔坪镇芙盐岭村7组	1.5	3	0.5	松散岩类孔隙潜水
JC086	111.533	30.510	湖北省宜昌市枝江市安福寺镇廖家林村1组	0.3	20	2	松散岩类孔隙潜水

9.5.2 地下水水质现状监测及评价

9.5.2.1 监测点布设原则

根据《地下水环境影响评价导则 地下水环境》(HJ610-2016)，地下水环境现状监测点采用控制性布点与功能性布点相结合的布设原则。本工程管道部分段穿越集中式饮用水源二级保护区，部分管线周边分布居民分散式饮用水源井，根据《地下水环境影响评价导则 地下水环境》(HJ610-2016)中敏感程度及项目类别的划分，本工程除穿越集中式饮用水源地的管线段地下水评价等级为二级外，其余管线段地下水评价等级均为三级。因此，本次地下水环境现状监测点的布设考虑项目特殊性及不同管线段的地下水环境敏感程度进行均匀布设。

9.5.2.2 监测点的布设

按照上述监测点的布设原则，结合不同管段周边地下水类型及地下水环境敏感点的分布情况，共布设了地下水水质现状监测点 47 个，详见表 9.5-2、图 9.5-1。各监测点的类型为管道周边集中式饮用水源保护区的水源井、距离较近的分散式水源井或泉，其中，集中式饮用水源 5 个，分散式水源井 18 个，分散式泉点 24 个。

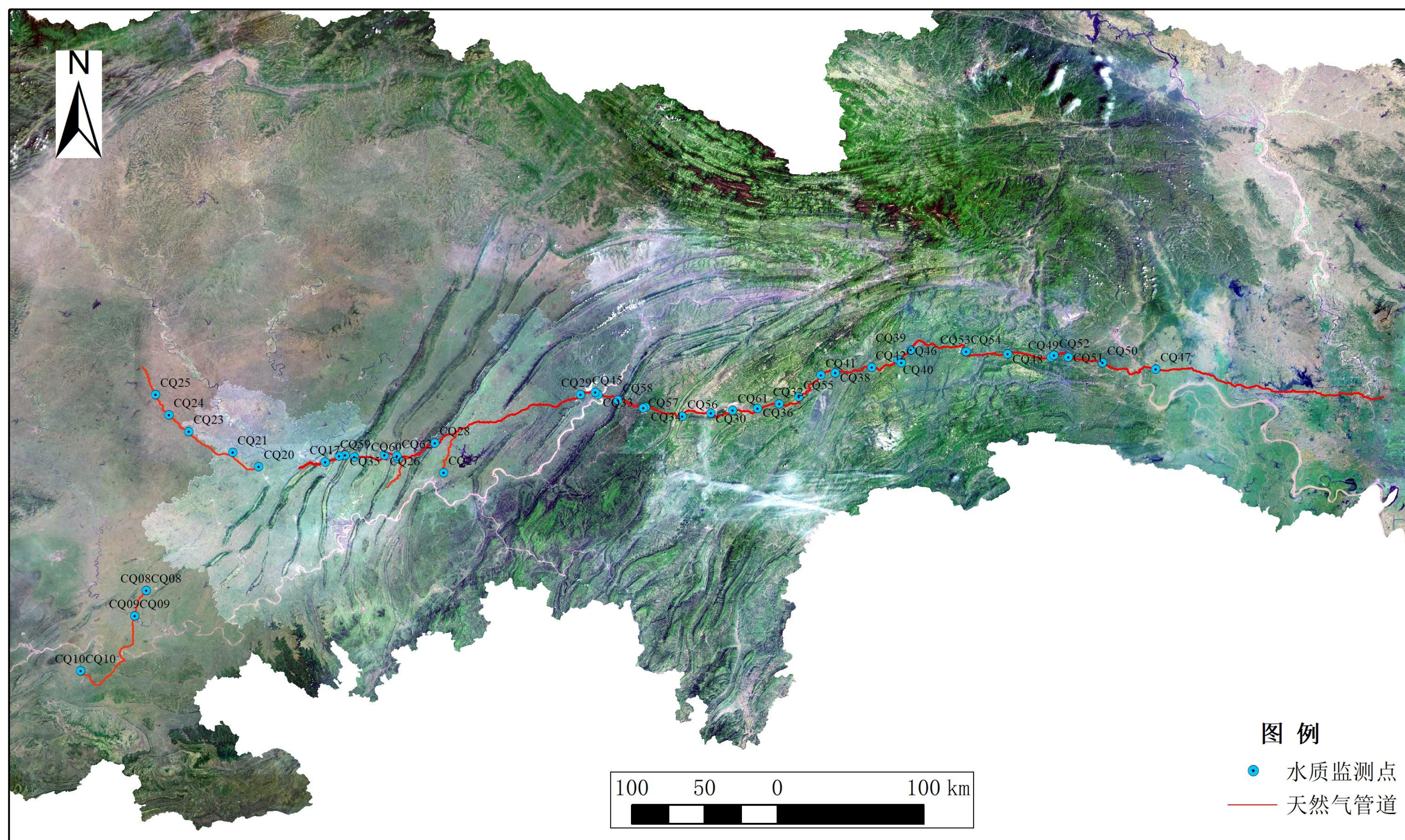


图 9.5-1　地下水环境质量现状监测点分布图

表 9.5-2　地下水环境质量现状监测点基本信息

地区	编号	监测点位置	类型	经度	纬度	井深(m)	井径(m)	高程(m)	埋深(m)	地下水位	地下水类型	监测层位	备注
四川	CQ08	泸州市泸县玉蟾街道神龙村 13 组	机井	105.315	29.140	80	0.12	309.926	0	309.926	基岩裂隙水	J	分散式
四川	CQ09	自贡市富顺县怀德镇司房湾村 3 组	大口井	105.243	28.985	15	1	259.318	0.5	258.818	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
四川	CQ10	宜宾市长宁县长宁镇马村 1 组	机井	104.909	28.645	50	0.3	282.592	30	252.592	松散岩类孔隙潜水	Qp3	分散式
重庆	CQ16	重庆市合川区柳荫镇大矿村 3 组	泉水	106.599	29.965			371.0		371.0	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ17	重庆市合川区草街街道龙潭村 8 组	大口径	106.419	29.936	5	2	475.3	1	474.3	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ20	重庆市铜梁区侣俸镇双福村 9 组	机井	106.010	29.905	18	0.12	313.7	3	310.751	松散岩类孔隙水	Qp3	分散式
重庆	CQ21	重庆市潼南区塘坝镇店子村 3 组	机井	105.849	29.994	10.2	0.4	266.0	5.3	260.644	松散岩类孔隙水	Qp3	分散式
四川	CQ23	资阳市安岳县龙台镇玉池村 6 队	大口径	105.577	30.121	35	0.8	291.2	8	283.2	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
四川	CQ24	资阳市安岳县人和乡学新村九组	大口径	105.455	30.224	14	0.7	296.7	0.34	296.3	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ25	遂宁市安居区东禅镇金马寺村 4 组	大口径	105.372	30.350	9	0.12	343.4	2	341.4	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ26	重庆市渝北区大湾镇点灯村 5 组	大口径	106.785	29.976	3	1	658.3	1	657.3	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ27	重庆市长寿区但渡镇石心村 6 组	大口径	107.148	29.868	8	0.5	284.4	0.3	284.1	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ28	重庆市长寿区葛兰镇烟坡村 3 组	泉水	107.094	30.052			477.7		477.7	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ29	重庆市忠县黄金镇大山村 5 组	大口径	107.993	30.350	2	2	450.2	1.5	448.7	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式

湖北	CQ30	利川市凉雾乡水源村 12 组	泉水	108.797	30.235			1249.9		1249.9	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ32	利川市团堡镇新田坝村 2 组	泉水	109.215	30.295			1167.9		1167.9	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ33	重庆市石柱县黎厂乡江云村 5 组	机井	108.102	30.351	20	0.3	321.8	0.5	321.3	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
重庆	CQ34	重庆市石柱县黄水镇黄莲社区	机井	108.396	30.273	30	0.3	1572.9	15	1557.9	松散岩类孔隙潜水	T-P	分散式
湖北	CQ35	利川市团堡镇大垭村 3 组	泉水	106.537	29.979			482.5		482.5	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ36	利川市团堡镇团山坝村 9 组	泉水	109.086	30.266			1199.3		1199.3	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ38	恩施州恩施市白杨坪镇康家坝村 2 组	泉水	109.562	30.485			570.2		570.2	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ39	恩施州建始县高坪镇小水田村 1 组	大口径	110.030	30.626	4	3	759.4	1.5	757.9	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
湖北	CQ40	恩施州建始县红岩寺镇桃源村 7 组	泉水	109.951	30.562			1075.7		1075.7	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ41	恩施市屯堡乡柑子坪村 4 组	泉水	109.474	30.466			771.0		771.0	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ42	恩施州建始县三里乡大沙河村 8 组	泉水	109.789	30.518			629.6		629.6	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ45	忠县忠州镇复旦村 2 组	机井	108.078	30.366	50	0.3	1241.2	18	1223.2	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
湖北	CQ46	恩施州建始县红岩寺镇桃源村 7 组	泉水	109.973	30.548			141.3		141.3	碳酸盐岩类岩溶水	P	/
湖北	CQ47	宜昌市枝江市安福寺镇廖家林村 1 组	机井	111.533	30.510	20	0.3	1559.8	2	1557.8	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
湖北	CQ48	宜昌市长阳县榔坪镇芙盐岭村 7 组	大口径	110.626	30.601	3	1.5	691.1	0.5	690.6	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	分散式
湖北	CQ49	宜昌市长阳县贺家坪镇渔	泉水	110.894	30.582			325.3		325.3	碳酸盐岩类	T-P	/

		泉溪村 10 组									岩溶水		
湖北	CQ50	宜昌市长阳县龙舟坪镇刘家坳村 3 组	大口径	111.211	30.547	3	1	264.7	1	263.7	松散岩类孔隙潜水	Qp^3	集中式
湖北	CQ51	宜昌市长阳县高家堰镇向日岭村 2 组	泉水	111.001	30.583			1186.9		1186.9	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ52	宜昌市长阳县高家堰镇魏家洲村 5 组	泉水	110.913	30.591			541.9		541.9	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ53	恩施州巴东县野三关镇花椒树村 5 组	泉水	110.368	30.615			1220.1		1220.1	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ54	恩施州巴东县野三关镇花椒树村 5 组	泉水	110.371	30.617			1189.8		1189.8	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ55	恩施市屯堡乡车坝村 2 组	泉水	109.338	30.335			734.1		734.1	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ56	恩施州利川市汪营镇清江村 3 组	泉水	108.621	30.215			1251.2		1251.2	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ57	重庆市石柱县黄水镇石庙村 2 组	泉水	108.381	30.267			1571.2		1571.2	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	/
重庆	CQ58	重庆市石柱县王厂镇蛟鱼村白岩组	泉水	108.224	30.316			717.3		717.3	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	/
重庆	CQ59	合川区清平镇黄金村 4 组	泉水	106.502	29.975			317.3		317.3	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	/
重庆	CQ60	重庆市渝北区统景镇黄印村 9 组	泉水	106.869	29.954			309.5		309.5	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
湖北	CQ61	利川市都亭街道木栈村 1 组	泉水	108.932	30.253			1288.6		1288.6	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ62	重庆市渝北区统景镇西新村 9 组	泉水	106.862	29.970			366.1		366.1	碳酸盐岩类岩溶水	T-P	/
重庆	CQ63	合川区清平镇黄金村 5 组	泉水	106.502	29.975			325.092		325.092	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	集中式
重庆	CQ64	合川区清平镇黄金村 5 组	泉水	106.503	29.974			294.93		294.93	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	集中式

重庆	CQ65	合川区清平镇黄金村 5 组	泉水	106.499	29.975			420.75		420.75	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	集中式
重庆	CQ66	合川区清平镇黄金村 5 组	泉水	106.505	29.976			335.61		335.61	碳酸盐岩类岩溶水	J-T-P	集中式

9.5.2.3　监测因子

本次评价监测指标共计 28 项，详见表 9.5-3。

表 9.5-3　地下水环境现状监测指标

类别	指标名称	指标个数
背景离子	K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、CO_3^{2-}、HCO^{3-}	6 项
基本水质因子	pH、氨氮、溶解性总固体、总硬度、耗氧量、挥发性酚类、氰化物、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、硫酸盐、氯化物、砷、汞、铬(六价)、铅、镉、铁、锰、总大肠菌群、细菌总数	21 项
特征因子	石油类	1 项

9.5.2.4　监测频次、时间

监测频次：本此评价对一般点位进行一期地下水水质监测；对管道穿过合川区清平镇黄金村水源地二级保护区的区域进行了平水期和枯水期二期地下水水质监测。蛇皮洞水源地监测一期水质。

监测时间：2021 年 9 月 19 日～2021 年 10 月 28 日，2022 年 1 月 7 日～2022 年 1 月 13 日。2024 年 6 月。

9.5.2.5　评价标准

评价标准为《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准，石油类参照执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准。

9.5.2.6　评价方法

地下水水质现状评价采用标准指数法。

9.5.2.7　监测结果及评价结果

本次评价地下水水质监测结果见表 9.5-4，评价结果见表 9.5-5，超标因子分析见表 9.5-6。

表 9.5-4　地下水水质监测结果

编号	pH 值	NH_4^+(mg/L)	可溶性总固体(mg/L)	总硬度(mg/L)	耗氧量(mg/L)	挥发性酚(mg/L)	氰化物(mg/L)	氟化物(mg/L)	硝酸盐(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	六价铬(mg/L)	石油类(mg/L)	总大肠菌群(MPN/100mL)	菌落总数(CFU/mL)
CQ08	8.66	0.04	646	26	0.94	<0.001	<0.001	2.04	4.44	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ09	7.41	0.18	928	401	2.76	<0.001	<0.001	0.38	42.3	0.28	<0.004	<0.01	<2	0
CQ10	7.40	<0.01	793	391	1.00	<0.001	<0.001	0.35	2.1	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ16	7.69	<0.01	374	231	0.79	<0.001	<0.001	0.24	3.1	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ17	7.89	<0.01	691	401	0.67	<0.001	<0.001	0.22	12.1	0.026	<0.004	<0.01	<2	0
CQ20	7.71	0.04	646	339	1.05	<0.001	<0.001	0.28	29.2	0.051	<0.004	<0.01	<2	0
CQ21	7.25	0.07	1109	701	1.86	<0.001	<0.001	0.41	14.4	0.005	<0.004	<0.01	<2	0
CQ23	7.40	<0.01	921	545	0.57	<0.001	<0.001	0.34	46.7	0.011	<0.004	<0.01	2.2×10^2	1.2×102
CQ24	7.35	<0.01	701	385	0.77	<0.001	<0.001	0.50	14.8	<0.004	<0.004	<0.01	>1.6×103	8.2×102
CQ25	7.58	<0.01	685	355	1.49	<0.001	<0.001	0.33	35.4	<0.004	<0.004	<0.01	3.5×102	1.3×102
CQ26	6.16	0.170	132	26	1.29	<0.001	<0.001	0.16	0.3	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ27	7.93	<0.01	624	370	1.53	<0.001	<0.001	0.32	45.5	0.427	<0.004	<0.01	<2	0
CQ28	7.62	<0.01	426	278	0.28	<0.001	<0.001	0.20	6.4	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ29	7.87	<0.01	440	257	1.67	<0.001	<0.001	0.16	33.9	0.107	<0.004	<0.01	<2	0
CQ30	7.96	<0.01	280	170	0.35	<0.001	<0.001	0.18	0.8	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ32	7.74	0.010	254	149	1.06	<0.001	<0.001	0.140	1.2	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ33	7.50	<0.01	749	406	0.50	<0.001	<0.001	0.29	12.4	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ34	7.95	0.060	180	93	3.09	<0.001	<0.001	0.18	0.8	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ35	7.68	0.590	1466	473	1.00	<0.001	<0.001	1.01	3.5	0.016	<0.004	<0.01	<2	0
CQ36	8.09	0.040	336	211	0.72	<0.001	<0.001	0.20	0.7	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ38	8.00	0.050	213	124	0.20	<0.001	<0.001	0.15	5.1	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ39	7.57	0.080	252	129	0.70	<0.001	<0.001	0.16	37.4	0.034	<0.004	<0.01	<2	0
CQ40	7.99	0.130	248	154	0.41	<0.001	<0.001	0.15	19.9	0.024	<0.004	<0.01	<2	0
CQ41	7.86	0.080	227	113	0.26	<0.001	<0.001	0.18	3.6	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ42	7.78	0.120	393	231	0.18	<0.001	<0.001	0.17	10.3	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0

编号	pH 值	NH_4^+(mg/L)	可溶性总固体(mg/L)	总硬度(mg/L)	耗氧量(mg/L)	挥发性酚(mg/L)	氰化物(mg/L)	氟化物(mg/L)	硝酸盐(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	六价铬(mg/L)	石油类(mg/L)	总大肠菌群(MPN/100mL)	菌落总数(CFU/mL)
CQ45	8.06	0.130	446	195	0.17	<0.001	<0.001	0.32	60.2	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ46	8.15	0.170	337	196	0.29	<0.001	<0.001	0.18	14.2	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ47	8.18	0.170	349	118	0.19	<0.001	<0.001	0.42	12.7	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ48	8.22	0.140	293	180	2.23	<0.001	<0.001	0.17	0.8	0.007	<0.004	<0.01	<2	0
CQ49	7.70	0.060	437	262	0.19	<0.001	<0.001	0.13	1.4	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ50	7.95	0.130	478	277	0.22	<0.001	<0.001	0.16	28.8	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ51	8.18	0.140	355	221	0.71	<0.001	<0.001	0.18	19.8	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ52	8.18	0.120	324	195	0.29	<0.001	<0.001	0.32	10.3	0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ53	7.63	0.150	482	293	0.22	<0.001	<0.001	0.16	11.6	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ54	7.62	0.150	280	154	4.26	<0.001	<0.001	0.16	19.6	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ55	7.80	0.510	239	134	1.74	<0.001	<0.001	0.22	11.3	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ56	8.26	0.040	299	180	0.66	<0.001	<0.001	0.16	10.8	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ57	7.72	0.040	154	72	1.13	<0.001	<0.001	0.25	0.6	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ58	7.96	0.170	425	273	0.77	<0.001	<0.001	0.25	5.1	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ59	7.87	0.050	458	278	0.83	<0.001	<0.001	0.26	1.3	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ60	8.13	<0.01	228	93	0.41	<0.001	<0.001	0.28	0.3	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ61	8.06	0.080	409	242	0.35	<0.001	<0.001	0.16	17.6	<0.004	<0.004	<0.01	<2	0
CQ62	7.80	<0.01	92	36	0.79	<0.001	<0.001	0.17	1.6	0.008	<0.004	<0.01	<2	0
CQ63	8.02	<0.01	579	351	0.36	<0.001	<0.001	0.41	0.63	<0.004	<0.004	<0.01	<2	<1
CQ64	7.52	<0.01	592	356	0.71	<0.001	<0.001	0.44	0.70	<0.004	<0.004	<0.01	<2	9
CQ65	8.14	<0.01	86	48.4	0.23	<0.001	<0.001	0.33	1.60	0.005	<0.004	<0.01	<2	<1
CQ66	8.38	<0.01	87	48.2	0.30	<0.001	<0.001	0.31	3.01	0.008	<0.004	<0.01	<2	5

续表 9.5-4　地下水水质监测结果

编号	Cl^-(mg/L)	K^+(mg/L)	Na^+(mg/L)	Ca^{2+}(mg/L)	Mg^{2+}(mg/L)	HCO_3^- (mg/L)	CO_3^{2-} (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)	砷(mg/L)	汞(mg/L)	铅(mg/L)	镉(mg/L)	铁(mg/L)	锰(mg/L)
CQ08	39.5	0.3	177.0	6.2	2.6	346.0	24.3	32	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ09	78.7	41.2	55.0	107.0	32.5	469.8	<3.00	67.3	<0.0002	<0.00005	<0.010	0.004	0.35	0.0052
CQ10	28.1	1.8	42.5	94.8	37.5	438.7	<3.00	106	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0146
CQ16	2.2	2.31	2.4	62	18.7	192	<3.00	75.6	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.1	0.0017
CQ17	5.0	4.85	12.9	89	43.8	439	<3.00	74.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	0.004	<0.05	<0.0005
CQ20	37.1	3.83	26.6	76	36.2	358	<3.00	52.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	0.004	0.11	<0.0005
CQ21	24.0	1.80	24.5	208	43.8	457	<3.00	313.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.05	<0.0005
CQ23	14.0	1.29	25.6	132	52.4	470	<3.00	159.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ24	10.6	1.80	22.4	93	37.5	445	<3.00	58.3	<0.0002	<0.00005	<0.010	0.005	0.05	<0.0005
CQ25	17.2	8.24	27.7	93	30.0	383	<3.00	72.4	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ26	0.6	1.04	13.0	7.2	1.9	56	<3.00	11.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.14	0.0063
CQ27	19.9	2.99	15.1	121.4	16.2	334	<3.00	53.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0184
CQ28	1.4	1.17	<0.25	76.2	21.2	284	<3.00	27.4	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.07	0.0015
CQ29	6.7	0.91	3.3	92.7	6.3	260	<3.00	27.4	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.24	0.213
CQ30	0.3	1.04	<0.25	51.5	10.0	185	<3.00	24.8	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0018
CQ32	0.4	0.91	<0.25	53.5	3.8	185	<3.00	5.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.09	0.0022
CQ33	11.2	2.34	32.6	127.7	21.2	463	<3.00	51.4	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.06	0.0206
CQ34	0.9	1.82	4.5	28.8	5.0	111	<3.00	12.7	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.38	0.0193
CQ35	52.2	4.37	244.0	135.9	32.5	618	<3.00	361.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.277
CQ36	0.4	1.54	<0.25	59.7	15.0	247	<3.00	5.9	<0.0002	0.00011	<0.010	<0.001	<0.05	0.0017
CQ38	0.8	0.78	<0.25	41.2	5.0	148	<3.00	2.9	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0005
CQ39	18.1	5.89	15.1	39.1	7.5	93	<3.00	28.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.19	0.0017
CQ40	3.1	1.04	1.4	47.4	8.7	148	<3.00	12.1	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0055
CQ41	1.0	2.34	11.7	35.0	6.3	148	<3.00	11.9	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.06	<0.0005
CQ42	1.8	1.56	2.2	78.3	8.7	266	<3.00	15.4	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.30	0.0030

编号	Cl^-(mg/L)	K^+(mg/L)	Na^+(mg/L)	Ca^{2+}(mg/L)	Mg^{2+}(mg/L)	HCO_3^- (mg/L)	CO_3^{2-} (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)	砷(mg/L)	汞(mg/L)	铅(mg/L)	镉(mg/L)	铁(mg/L)	锰(mg/L)
CQ45	11.9	2.47	40.9	45.3	20.0	210	<3.00	32.8	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.20	0.0017
CQ46	1.7	1.13	4.0	61.8	10.0	210	<3.00	24.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.16	0.0048
CQ47	3.3	1.82	33.0	28.8	11.2	185	<3.00	18.2	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0013
CQ48	0.6	1.17	0.7	43.2	17.5	222	<3.00	4.7	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0043
CQ49	0.9	1.04	<0.25	88.6	10.0	315	<3.00	12.7	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ50	5.7	1.82	5.6	92.7	11.2	297	<3.00	26.8	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0016
CQ51	1.0	1.17	3.3	59.7	17.5	216	<3.00	28.1	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0030
CQ52	0.9	2.34	4.8	55.6	13.7	204	<3.00	24.8	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.06	0.0012
CQ53	4.1	1.82	7.5	92.7	15.0	303	<3.00	32.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005
CQ54	4.0	5.89	7.9	47.4	8.7	161	<3.00	16.2	0.0011	<0.00005	<0.010	<0.001	0.24	0.0139
CQ55	1.6	1.69	3.7	41.2	7.5	142	<3.00	20.6	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.005
CQ56	0.9	1.52	<0.25	59.7	7.5	198	<3.00	15.6	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.13	0.0073
CQ57	0.6	1.82	7.5	20.6	5.0	99	<3.00	8.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.10	0.0006
CQ58	1.9	2.86	3.7	86.5	13.7	241	<3.00	62.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0181
CQ59	1.3	5.87	9.8	74.1	22.5	222	<3.00	106.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.24	0.197
CQ60	0.5	4.54	12.4	16.5	12.5	93	<3.00	51.0	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.46	0.0261
CQ61	2.7	1.30	2.2	70.0	16.2	284	<3.00	6.1	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.05	0.0020
CQ62	2.1	3.25	6.4	8.2	3.8	43	<3.00	13.1	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	0.0026
CQ63	1.3	3.4	6.5	97.7	25.9	278	<3.00	150	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.53	0.109
CQ64	1.3	3.2	6.5	97.7	27.1	290	<3.00	148	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.62	0.108
CQ65	1.6	1.5	1.1	15.3	2.47	27.8	<3.00	25	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	0.09	0.0583
CQ66	1.3	0.8	1.5	13.2	3.70	37.1	<3.00	18.5	<0.0002	<0.00005	<0.010	<0.001	<0.05	<0.0005

表 9.5-5 地下水水质评价结果

编号	pH 值	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	挥发性酚	氰化物	Se	Hg	Cr^{6+}	总硬度	Pb	F	Cd	Fe	Mn	可溶性总固体	SO_4^{2-}	Cl^-	总大肠菌群	菌落总数	石油类
CQ08	1.11	0.08	0.22	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.06	1.00	2.04	0.20	0.17	0.01	0.65	0.13	0.16	0.67	0.00	0.2
CQ09	0.27	0.36	2.12	0.28	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.89	1.00	0.38	0.80	1.17	0.05	0.93	0.27	0.31	0.67	0.00	0.2
CQ10	0.27	0.02	0.11	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.87	1.00	0.35	0.20	0.17	0.15	0.79	0.42	0.11	0.67	0.00	0.2
CQ16	0.46	0.02	0.16	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.51	1.00	0.24	0.20	0.33	0.02	0.37	0.30	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ17	0.59	0.02	0.61	0.03	0.50	0.02	0.34	0.05	0.08	0.89	1.00	0.22	0.80	0.17	0.01	0.69	0.30	0.02	0.67	0.00	0.2
CQ20	0.47	0.08	1.46	0.05	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.75	1.00	0.28	0.80	0.37	0.01	0.65	0.21	0.15	0.67	0.00	0.2
CQ21	0.17	0.14	0.72	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.56	1.00	0.41	0.20	0.17	0.01	1.11	1.25	0.10	0.67	0.00	0.2
CQ23	0.27	0.02	2.34	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.21	1.00	0.34	0.20	0.17	0.01	0.92	0.64	0.06	73.33	1.20	0.2
CQ24	0.23	0.02	0.74	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.86	1.00	0.50	1.00	0.17	0.01	0.70	0.23	0.04	533.33	8.20	0.2
CQ25	0.39	0.02	1.77	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.79	1.00	0.33	0.20	0.17	0.01	0.69	0.29	0.07	116.67	1.30	0.2
CQ26	1.68	0.34	0.02	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.06	1.00	0.16	0.20	0.47	0.06	0.13	0.05	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ27	0.62	0.02	2.28	0.43	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.82	1.00	0.32	0.20	0.17	0.18	0.62	0.21	0.08	0.67	0.00	0.2
CQ28	0.41	0.02	0.32	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.62	1.00	0.20	0.20	0.23	0.02	0.43	0.11	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ29	0.58	0.02	1.70	0.11	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.57	1.00	0.16	0.20	0.80	2.13	0.44	0.11	0.03	0.67	0.00	0.2
CQ30	0.64	0.02	0.04	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.38	1.00	0.18	0.20	0.17	0.02	0.28	0.10	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ32	0.49	0.02	0.06	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.33	1.00	0.14	0.20	0.30	0.02	0.25	0.02	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ33	0.33	0.02	0.62	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.90	1.00	0.29	0.20	0.20	0.21	0.75	0.21	0.04	0.67	0.00	0.2
CQ34	0.63	0.12	0.04	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.21	1.00	0.18	0.20	1.27	0.19	0.18	0.05	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ35	0.45	1.18	0.17	0.02	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	1.05	1.00	1.01	0.20	0.17	2.77	1.47	1.44	0.21	0.67	0.00	0.2
CQ36	0.73	0.08	0.04	0.00	0.50	0.02	0.03	0.11	0.08	0.47	1.00	0.20	0.20	0.17	0.02	0.34	0.02	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ38	0.67	0.10	0.25	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.27	1.00	0.15	0.20	0.17	0.01	0.21	0.01	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ39	0.38	0.16	1.87	0.03	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.29	1.00	0.16	0.20	0.63	0.02	0.25	0.11	0.07	0.67	0.00	0.2
CQ40	0.66	0.26	1.00	0.02	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.34	1.00	0.15	0.20	0.17	0.06	0.25	0.05	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ41	0.57	0.16	0.18	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.25	1.00	0.18	0.20	0.20	0.01	0.23	0.05	0.00	0.67	0.00	0.2

编号	pH值	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	挥发性酚	氰化物	Se	Hg	Cr^{6+}	总硬度	Pb	F	Cd	Fe	Mn	可溶性总固体	SO_4^{2-}	Cl^-	总大肠菌群	菌落总数	石油类
CQ42	0.52	0.24	0.52	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.51	1.00	0.17	0.20	1.00	0.03	0.39	0.06	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ45	0.71	0.26	3.01	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.43	1.00	0.32	0.20	0.67	0.02	0.45	0.13	0.05	0.67	0.00	0.2
CQ46	0.77	0.34	0.71	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.44	1.00	0.18	0.20	0.53	0.05	0.34	0.10	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ47	0.79	0.34	0.64	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.26	1.00	0.42	0.20	0.17	0.01	0.35	0.07	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ48	0.81	0.28	0.04	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.40	1.00	0.17	0.20	0.17	0.04	0.29	0.02	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ49	0.47	0.12	0.07	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.58	1.00	0.13	0.20	0.17	0.01	0.44	0.05	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ50	0.63	0.26	1.44	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.62	1.00	0.16	0.20	0.17	0.02	0.48	0.11	0.02	0.67	0.00	0.2
CQ51	0.79	0.28	0.99	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.49	1.00	0.18	0.20	0.17	0.03	0.36	0.11	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ52	0.79	0.24	0.52	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.43	1.00	0.32	0.20	0.20	0.01	0.32	0.10	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ53	0.42	0.30	0.58	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.65	1.00	0.16	0.20	0.17	0.01	0.48	0.13	0.02	0.67	0.00	0.2
CQ54	0.41	0.30	0.98	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.34	1.00	0.16	0.20	0.80	0.14	0.28	0.06	0.02	0.67	0.00	0.2
CQ55	0.53	1.02	0.57	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.30	1.00	0.22	0.20	0.17	0.05	0.24	0.08	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ56	0.84	0.08	0.54	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.40	1.00	0.16	0.20	0.43	0.07	0.30	0.06	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ57	0.48	0.08	0.03	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.16	1.00	0.25	0.20	0.33	0.01	0.15	0.03	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ58	0.64	0.34	0.25	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.61	1.00	0.25	0.20	0.17	0.18	0.42	0.25	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ59	0.58	0.10	0.06	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.62	1.00	0.26	0.20	0.80	1.97	0.46	0.42	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ60	0.75	0.02	0.01	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.21	1.00	0.28	0.20	1.53	0.26	0.23	0.20	0.00	0.67	0.00	0.2
CQ61	0.71	0.16	0.88	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.54	1.00	0.16	0.20	0.17	0.02	0.41	0.02	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ62	0.53	0.02	0.08	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.08	1.00	0.17	0.20	0.17	0.03	0.09	0.05	0.01	0.67	0.00	0.2
CQ63	0.68	0.02	0.03	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.78	1	0.41	0.20	1.77	1.09	0.58	0.60	0.01	0.67	0.01	0.20
CQ64	0.35	0.02	0.04	0.00	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.79	1	0.44	0.20	2.07	1.08	0.59	0.59	0.01	0.67	0.09	0.20
CQ65	0.76	0.02	0.08	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	1	0.33	0.20	0.30	0.58	0.09	0.10	0.01	0.67	0.01	0.20
CQ66	0.92	0.02	0.15	0.01	0.50	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	1	0.31	0.20	0.17	0.01	0.09	0.07	0.01	0.67	0.05	0.20

表 9.5-6　地下水环境现状水质评价超标因子统计

超标因子	超标数/个	超标率/%	超标倍数
pH	2	4.3	1.11~1.68
氨氮	2	4.3	1.02～1.18
硝酸盐	9	19.1	1.44～3.01
总硬度	3	6.4	1.05～1.56
氟	2	4.3	1.01~2.04
铁	5	10.6	1.17～2.07
锰	5	10.6	1.08～2.77
溶解性总固体	2	4.3	1.11~1.47
硫酸盐	2	4.3	1.25~1.44
总大肠菌群	3	6.4	73.33～533.33
菌落总数	3	6.4	1.2～8.2

从表 9.5-6 可以看出，参与评价的 21 项水质因子中，有 11 项监测因子(PH、氨氮、硝酸盐、总硬度、氟、铁、锰、溶解性总固体、硫酸盐、总大肠菌群及菌落总数)存在不同程度的超标。其中硝酸盐、铁、锰超标率最高，超标率分别为 19.1%、10.6%、10.6%，总大肠菌群超标倍数最大，为标准值的 73.33～533.33 倍。具体管道沿线水质监测点评价分析如下：

通过实地调查，并结合已有资料与相关文献分析，本次管道沿线水质超标情况主要由以下原因造成：(1)地下水中氨氮、硝酸盐因子超标主要原因可能是水质超标点位附近的居民对农田耕地长期使用化肥强度过高，作物无法完全吸收，大量的氮磷化合物进入土壤，导致地下水超标；(2)总硬度超标原因可能主要是由于部分地区地下水水位埋深较浅，在强烈日照下导致潜水蒸发作用强烈，使得钙镁离子在地下水中不断累计，最终造成地下水总硬度超标；(3)硫酸盐超标主要来自岩石和土壤中的含硫矿物组分在风化和淋滤作用下转移到地下水中，引起了局部范围的地下水硫酸盐超标；(4)铁、锰超标与地下水环境有关，在还原环境中，通过有机质的参与，土壤中的铁的氧化物经过溶滤作用被溶解，其中的高价 Fe 被还原并形成重碳酸亚铁而溶于水离解出 Fe^{2+}，随着地下水的流动，Fe^{2+}在地下水中聚集，另外，土壤母质铁、锰等元素含量较高，在水岩作用下，形成了区域地下水 Fe、Mn 富集。(5)氟化物超标多是由于人类生产活动中导致的含氟化工添加剂泄漏，随着地表水入渗转移至地下水中引起的氟超标；(6)总大肠菌群与菌落总数超标主要可能是因为附近人类活动强烈，而地下水埋深不大，居民生产生活污水与养殖家畜产生的粪便随意排放，造成

地下水中总大肠菌群及菌落总数超标。(7)受地层环境影响，当富含钙、镁等化合物的矿物岩石，长期在地下水的氧化还原反应和水化学作用下，地下水中溶解物较多，造成溶解性总固体超标。

9.6 地下水环境影响分析

地下水环境影响主要表现在施工期生活污水以及废渣、辅料在淋滤作用下产生的废水下渗污染地下水；隧道施工过程中可能会发生突涌水现象对地下水的影响；站场在运营期内产生的生活污水和生产废水对地下水的影响。

9.6.1 施工期对地下水的影响分析

9.6.1.1 管道施工对一般段地下水环境影响分析

本工程管道沿线经过的地貌主要为山区、丘陵、平原及水网地貌。其中山区和丘陵地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水，平原地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，水网地下水类型主要为第四系松散堆积层中孔隙水(潜水)。

管道经过渝鄂沿线地区对地下水的影响主要发生在施工期，施工活动对地下水的影响主要为管沟开挖对地下水补径排条件以及对水质的的影响。施工活动潜在污染源有施工生活污水，管道试压废水以及施工过程中的辅料、废料在降雨条件下产生的淋滤水。

1) 管道施工对地下水补径排条件的影响

根据可研资料，本工程管道干线管径为Φ1219mm。通过对管道沿线的地质、水文地质条件进行综合分析，结合线路所经地区的水文、气候特点，本工程大部分地段采用开挖沟埋敷设为主，局部特殊穿越地段采用钻爆、盾构、定向钻、顶管等非开挖方式敷设。本工程施工管顶覆土厚度一般不小于1.2m，管沟挖深一般地段为2.4m；对于岩石段管顶覆土不小于0.8m，管沟挖深不小于2m；对于农耕地段顶管覆土不小于1.5m，管沟挖深不小于2.7m；对于河流小型穿越安装50年一遇洪水频率设计，当河床为基岩且在设计洪水下不被冲刷时，管顶应嵌入基岩深度不小于0.5m；河床为非基岩时，管道埋设在冲刷线以下不小于1m，且管顶埋深不应小于2.5m；无冲刷或疏浚水域，管顶埋深不应小于2.5m。因此，管道在一般地段最大挖深为2.4m，河床地区管沟挖深为冲刷线以下2.5m。

(1) 重庆段管道施工对地下水补径排条件的影响

本工程管道在重庆段，地下水以第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水三大类为主。

第四系松散岩类孔隙水主要分布于丘间凹地、河谷、沟谷及其河流阶地(台地)，主要赋存于第四系松散地层中的粉质粘土、粉土及砂卵石和砂砾层中，少量零星分布于斜坡上的残坡积、崩坡积碎石、块石土中，主要由大气降水、地表水入渗补给，其次为高处下渗的碎屑岩类风化裂隙孔隙潜水补给。因分布零星，径流途径短，多为就地补给就地排泄，无明显的补、径、排区。地水位埋深 0.5m～5m 该类地下水埋藏浅。

基岩裂隙水广泛分布于低山丘陵地区，主要埋藏于基岩浅层风化带中的裂隙潜水，其中泥岩和泥质砂岩为相对隔水层。这类地下水赋存于碎屑岩风化裂隙、孔隙中，水量因裂隙、孔隙成因和发育程度而有较大差异。风化裂隙、孔隙潜水主要来自大气降水补给，水位季节性变化明显。地下水埋深和含水层厚度以地形影响最为显著，地形切割严重一般埋藏较深，切割微弱埋深不大，由于山丘坡体降水易于流失，地下水埋深大，水量小，含水层连续性差；洼地、谷地和簸箕地段易于降水汇聚，基岩裂隙孔隙水较多。在砂岩形成的风化裂隙孔隙水，其水量一般较大，在泥岩中裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。风化裂隙孔隙水的深度取决于风化深度和隔水层位，一般埋深 3m～30m 主要以泉(下降泉)的形式排泄。该类地下水一般水量贫乏，埋深较大，此类型水赋存在基岩裂隙中，增加岩体内孔隙压力，加速岩体解体，在陡坡、陡崖段是形成崩塌主要因素。主要由大气降水补给，也受地表水入渗补给。迳流条件受地形条件限制，一般在一定沟谷洼地中就地补给，由高向低运动，于砂岩坎下、山脚坡麓以泉的形式排泄，一般地表分水岭为地下水的分水岭。

碳酸盐岩类裂隙岩溶水赋存于碳酸盐岩类中，线路主要分布于三叠系地层，岩性主要为灰岩、泥质灰岩、白云岩等。富水性不均匀，主要与岩溶发育程度有关。岩溶发育强，富水性好，岩溶发育弱，富水性差该类地下水对管道工程施工影响较小，对隧道施工影响大。

(2) 湖北段管道施工对地下水补径排条件的影响

本工程管道在湖北段，地下水主要以第四系松散岩类孔隙水、基岩裂

隙水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水为主。

利川～宜昌段岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于 50m，平坝低洼处在 3m～5m，水文地质条件较复杂。松散层孔隙水主要分布在河谷，平坝及冲沟处，厚度较小，一般在 5m 以内，较好的含水层为沿河分布的冲洪积砂卵石层，主要接受大气降雨补给，次为地表水补给，向河流排泄，水文地质条件较简单。

宜都～猇亭段线路沿线主要为低山丘陵地貌区，沿线地下水类型主要为孔隙水、基岩裂隙(溶隙)水，地下水位埋深一般小于 3.00m，地下水动态与大气降水密切相关，雨季时，水位上升，枯水季节，水位下降，水位年变化幅度 3m～5m。

枝江～潜江段水系较发育。小型河渠众多，构成纵横交错的水网区域。沿线浅层地下水主要有第四系松散堆积层中孔隙水(潜水)，主要分布于河床及河谷阶地中，河床中地下水水位埋深 0m～1m；阶地中地下水水位埋深一般为 1m～3m，局部大于 3m。深层地下水含水层一般为卵砾石层，水量较丰富，补给来源为河床地表水、大气降水。

根据管道沿线水文地质条件和地下水现状调查资料，管道沿线开挖深度与潜水位埋深如表 9.6-1 所示。

因管道沿线水文地质条件差异，管沟敷设方式不同，在湖北段、重庆段和管道沿线的河谷地区，部分农耕地段顶管覆土不小于 1.5m，当地下水埋深小于 2.4m 时，管沟挖深大于地下水水位，施工活动将会改变地下水径流方向和排泄条件，但不会阻断地下水径流，同时可能对地下水水质会产生污染；当地下水水位大于 2.7m 的管沟开挖深度的条件下，施工作业对地下水影响很小。

表 9.6-1　管道沿线管沟开挖深度、地下水埋深与浅层岩性表

序号	区段		管沟开挖深度(m)	潜水埋深	含水层岩性
1	重庆市	潼南区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
2		铜梁区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
3		渝北区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
4		北碚区段	2.4-2.7	0.5-5m	砂质粘土、粉土、砂卵石
5		合川区段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
6		大足区段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
7		垫江区段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
8		长寿区段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
9		忠县段	2.4-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
10		石柱县段	2.0-2.7	0.5-5m	白云质灰岩、灰岩、泥质灰岩
11	湖北省	利川市段	2.0-2.7	＞50m	灰岩、白云岩
12		恩施市段	2.0-2.7	＞50m	灰岩、白云岩
13		巴东县段	2.0-2.7	＞50m	灰岩、白云岩
14		建始县段	2.0-2.7	＞50m	灰岩、白云岩
15		长阳县段	2.0-2.7	＞50m	灰岩、白云岩
16		宜都市段	2.0-2.7	＜3m	灰岩、白云岩
17		枝江市段	2.5-2.7	＜3m	第四系松散堆积层、卵砾石层
18		猇亭区段	2.5-2.7	＜3m	第四系松散堆积层、卵砾石层
19		沙市区段	2.5-2.7	＜3m	第四系松散堆积层、卵砾石层
20		荆州区段	2.5-2.7	＜3m	第四系松散堆积层、卵砾石层
21		潜江市段	2.5-2.7	＜3m	第四系松散堆积层、卵砾石层

2)　管道施工对地下水水质的影响

施工过程中的辅料、废料等在降水淋滤作用下产生的浸出液渗入地下含水层，将对地下水造成不同程度的影响，其影响程度决定于下渗量及其包气带的厚度、岩性和对污染物的阻滞、吸附分解等自然净化能力。丘陵区地下水主要为孔隙水，施工过程中的辅料、废料经降雨淋滤后，容易通过民井、坑塘、河流等渗入含水层，污染地下水。浅层孔隙水可能受到的影响较严重，而深部由于多个粘土隔水层的存在，含水层一般不易受到污染。

(1)　生活污水

施工人员生活污水中主要污染因子是 COD 和氨氮。根据川气东送一线施工过程类比调查，一般地段管线施工生活污水、COD 和氨氮排放量分别为 26m^3/km、7.8kg/km 和 0.78kg/km。

根据类比分析，一般地段管线施工生活污水 26m^3/km。根据以往管道

施工经验，施工队伍吃住一般是租用当地民房，生活污水处理可依托当地设施。在偏远地区若无现有处理设施可依托，则采用环保厕所进行处理，统一收集后用于施肥，不直接排入环境水体。因此，施工过程生活污水排放对地下水环境的影响较小。

(2) 试压排水

管道试压一般采用无腐蚀性的清洁水进行分段试压。为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用，根据以往长输管道试压过程调查，工程试压水重复利用率最高可达 80%左右。

管道试压分段进行，每段试压结束后，试压废水由阀室排出，集中排至其周围设置的防渗池中，沉降后的清净水进入下一管段试压使用。池底含少量铁锈、焊渣和泥砂的废水在防渗池中自然蒸发后，剩余的废渣集中收集后运至环保部门同意的地点填埋，并对防渗池进行地貌恢复。

各管段间剩余废水及最后一管段的试压废水经沉淀池沉降后，由灌车集中拉运至经环保部门同意的地点排放，对地下水环境影响很小。

(3) 施工废料淋滤水

施工过程产生的施工废料量，部分进行回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部进行有效的处理和处置，对地下水的环境影响较小。

施工过程中的辅料、废料等若保存不规范，在降水淋滤作用下产生的浸出液渗入地下含水层，将对地下水造成不同程度的影响，其影响程度决定于下渗量及其包气带的厚度、岩性和对污染物的阻滞、吸附分解等自然净化能力。地势平坦的平原区地下水主要为孔隙水，施工过程中的辅料、废料经降雨淋滤后，容易通过民井、坑塘、河流等渗入含水层，污染地下水。浅层孔隙水可能受到的影响较严重，而深部由于多个粘土隔水层的存在，含水层一般不易受到污染。

9.6.1.2 管道施工对岩溶地区地下水环境影响分析

在渝东、鄂西地区的背斜条形山地中发育了特有的喀斯特槽谷景观。在渝东、鄂西发育的喀斯特山区则分布着典型的石林、峰林、洼地、浅丘、落水洞、溶洞、暗河、峡谷等喀斯特景观。该区域地层主要为二叠系和三叠系地层，岩性以灰岩和白云岩为主，由于洼地、落水洞、溶洞、暗河等

普遍，使得该碳酸盐岩地层富水性极不均一。5#马家沟隧道附近居民多利用煤矿等废弃矿涌水，作为饮用水水源，施工隧道标高目前位于马家沟水源标高之上，天然气管道施工可能会对该区域分散式饮用水水源的水量造成一定影响。清泉自来水厂为清平社区、福林村和新木村的乡镇集中供水水源，实际供水人口 5500 人，该水源为煤矿涌水地下水，流经地表，政府建水池引水。该矿洞标高远低于天然气隧道管道标高，隧道施工对该水源的水量影响较小。

9.6.1.3 管道施工对地下水保护目标影响分析

1) 管道施工对穿越地下水水源保护区的影响

管道沿线穿越 2 个地下水水源保护区，为重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区,以及恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区。

重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区，管道距取水口 200m，管道距一级保护区边界 170m，管道穿过二级保护区范围，穿越长度为 410m，水源保护区位于管道上游。地下水类型为基岩裂隙水，水源保护区地下水埋深 10～12m，管沟开挖深度仅为 2.4m，不会揭露地下水位，施工期管沟开挖不会对水源保护区的地下水流场造成影响，对水源保护区的取水水源水位基本无影响。管线穿越地层为侏罗系自流井组，包气带厚度 3～5m，岩性为砂岩为主，渗透性一般，非正常情况下施工废水可能经包气带渗入地下，但由于包气带较厚，且管线位于水源地下游，因此施工期基本不会对水源保护区产生影响。

恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区，管道距取水口 450m，管道距一级保护区边界 240m，管道穿过二级保护区范围，穿越长度为 1150m，水源保护区位于管道上游。地下水类型为基岩裂隙水，水源保护区地下水埋深>30m，管沟开挖深度仅为 2.4m，不会揭露地下水位，施工期管沟开挖不会对水源保护区的地下水流场造成影响，对水源保护区的取水水源水位基本无影响。管线穿越地层为侏罗系自流井组，包气带厚度 3～5m，岩性为砂岩为主，渗透性一般，非正常情况下施工废水可能经包气带渗入地下，但由于包气带较厚，且管线位于水源地下游，因此施工期基本不会对水源保护区产生影响。

表 9.6-2 管道穿越集中式地下水水源保护区的基本情况

序号	所在地	水源保护区名称	管道与水源保护区位置关系	地下水类型	地下水埋深(m)	管道开挖深度(m)
1	重庆市	合川区清平镇黄金村水源保护区	穿越二级保护区，长度 410m	基岩裂隙水	10～12	2.4
2	湖北省	恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	穿越二级保护区，长度 410m	基岩裂隙水	30	2.4

从表 9.6-2 可知，管道穿越的 2 个地下水水源保护区所在区域地下水埋深为 10m～12m，而本工程管道在保护区内最大开挖深度一般为 2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，因此管沟开挖不会对以上水源保护区地下水流场产生影响。

施工过程中产生的废水以及施工机械油箱的跑、冒、滴、漏可能会经包气带渗入下游含水层。本次评价预测在非正常状况下施工机械油箱发生瞬时泄漏后污染物进入含水层对地下水含水层的影响，预测因子为石油类，预测方法按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中附录 D.1.2.2.1 瞬时注入示踪剂—平面瞬时点源公式。

$$C(x,y,t)=\frac{m_M/M}{4\pi nt\sqrt{D_L D_T}}e^{\left[-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}-\frac{y^2}{4D_T t}\right]}$$

式中：x,y—计算点处的位置坐标

t—时间，d

$C(x,y,t)$—t 时刻点 x,y 处的示踪剂浓度，mg/L

M—含水层的厚度，m

m_M—长度为 M 的线源瞬时注入的示踪剂质量，kg

u—水流速度，m/d

n—有效孔隙度，无量纲

D_L—纵向弥散系数，m^2/d

D_T—横向弥散系数，m^2/d

π—圆周率

本次预测选取的含水层厚度、有效孔隙数、渗透系数、水力坡度等水文地质参数参考水源保护区划分技术报告中的参数值，各含水层弥散度根据经验值选取。

本工程的主要施工机械为挖掘机，按照一般挖掘机油箱为 150L 考虑，施工过程中发生柴油泄漏，泄漏量为油箱总容积的 20%，由于各保护区内包气带较厚，按照柴油泄漏量的 10%进入含水层作为污染物瞬时源强。则进入含水层的污染物总量为：

$$0.15m^3 \times 20\% \times 10\% \times 850kg/m^3 = 2.55kg$$

表 9.6-3 污染物泄漏后对水源保护区的影响计算参数取值

水源地名称	泄漏点距水源井距离(m)	泄漏点距一级保护区距离(m)	含水层厚度(m)	水力坡度	有效孔隙度	纵向弥散系数(m^2/d)	横向弥散系数(m^2/d)
重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区	200	170	20	8.5‰	0.09	0.92	0.092
恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	450	240	50	6‰	0.06	0.5	0.05

表 9.6-4 污染物泄漏后对各水源保护区的影响计算结果表

水源地名称	水源井浓度(mg/L)			一级保护区浓度(mg/L)		
	360(d)	720(d)	1080(d)	360(d)	720(d)	1080(d)
重庆市合川区清平镇黄金村水源保护区	7.26386E-20	4.05909E-14	1.16326E-12	2.16067E-15	1.76682E-11	1.24498E-10
恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	7.26386E-20	4.05909E-14	1.16326E-12	2.16067E-15	1.76682E-11	1.24498E-10

由以上计算结果可知污染物泄露后运移到水源井，污染物浓度非常低，且本工程在水源保护区展布地区包气带较厚，具有一定的自然净化能力，地下水富水程度弱，地下水交换量小，运移速度慢，管道与取水井距离远，因此，施工对集中式地下水水源保护区水质影响较小。

在水源保护区施工过程中，禁止排放污废水和生活垃圾等污染物，及时收集辅料、废料，避免污染物的长期滞留、运移，影响水源安全。

2) 管道施工对近距离地下水水源保护区的影响

管道沿线有 2 个近距离地下水源保护区，3 个地下水源地和 8 个地下水供水工程。根据现场调查，管沟开挖深度均在水源保护区地下水位以上，

不会对地下水流场造成扰动。其次，管道施工期间，沿线表层地质结构受到破坏，渗透性增大，可能导致地面污染物随降水渗入地下含水层。另外，保护区内严禁设置施工营地，施工人员产生的生活污水、生活垃圾均集中处理，不会排放在保护区内，因此，施工活动不会对水源保护区产生明显影响。管道施工期对各地下水源保护区的影响分析分述如下。

管道沿线分布有 2 个近距离地下水水源保护区，主要为管道沿线村庄或乡镇集中供水井(泉)。管道施工对各集中地下水源的影响分析见表 9.6-5。

表 9.6-5　管道施工对近距离集中水源影响分析

序号	名称	级别	地下水类型	井深(m)	井数	供水人口	管道施工对集中式饮用水源影响分析
1	利川市凉雾乡响水洞水源地	乡镇级	地下水	30	1	2100人	取水口距离管线 485m，水源井深度 30m。水源地含水层岩性为第四系全新统冲洪积孔隙含水岩组，含水带厚度一般为 30-50m，地下水水位埋深大于 20m，远大于施工时挖掘作业深度，不会对地下水流场产生干扰。因此施工期对该集中式水源基本没有影响。
2	恩施州利川市汪营镇清江村清江源水源保护区	乡镇级	地下水	/	1	3000人	该水源取水口距离管线 544m，水源地一级保护区距离管线约 44m，位于管线下游，地下水埋深大于 50m，施工时挖掘作业深度较小，不会对地下水流场产生干扰。管道施工对该水源基本无影响。

3)　管道施工对近距离地下水水源地/供水工程的影响

管道沿线分布有 11 个近距离地下水水源地/供水工程，主要为管道沿线村庄或乡镇集中供水井(泉)。管道施工对各近距离地下水水源地/供水工程分析见表 9.6-6。

表 9.6-6　管道施工对近距离地下水水源地/供水工程影响分析

序号	类别	名称	级别	地下水类型	井深(m)	井数	供水人口	管道施工对集中式饮用水源影响分析
1	地下水水源地	建始县红岩寺镇桃园社区、凌家沟、刘家	乡镇级	地下水	/	1	1550人	地下水距管线 2306m，位于管线上游。灰岩及白云岩为主要含水层，地下水埋深大于 50m，施工时挖掘作业深度较小，不会对地下水流场产生干扰。管道施工对该水源基本无影响。

序号	类别	名称	级别	地下水类型	井深(m)	井数	供水人口	管道施工对集中式饮用水源影响分析
2		坪、黄木垭地下水型水源地						
2		重庆市石柱县白岩煤矿集中供水水源地	乡镇级	地下水	/	1	供应	地下水距管线620m，位于管线下游。岩溶发育强烈、暗河、溶洞强烈发育，暗河流量一般100 L/s～1000L/s，泉流量大多大于10L/s，水位埋深一般50m～200m，甚至200m以上。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对水源地地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
3		利川市都亭街道木栈村地下水型水源地	村级	地下水	/	1	5000人	地下水距管线475m，水源地位于管线上游。含水岩组为三迭系中统巴东组，碳酸盐岩厚140m，一般出露的泉水流量为36t-180t/时，属强含水岩组。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对水源地地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
4		渝北区统景镇中和村水门洞地下水供水工程	村级	地下水	/	1	183人	地下水距管线1700m，位于管线上游。以数层较稳定的砂岩形成含水层为主。地下水埋藏浅，水位一般近地表或略高于地面，泉流量多在0.005L/s～0.35L/s，钻孔涌水量500m³/d～500m³/d，管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部可能揭露到潜水面，因此可能对该集中水源有一定影响，但施工完成后会形成新的水力联系。
5		渝北区大湾镇杉树村供水工程	村级	地下水	/	1	80人	地下水距管线1150m，位于管线上游。砂岩裂隙发育，为主要含水层。地下水储存深度一般在150m～250m之间，管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
6	供水工程	渝北区统景镇谢家湾供水工程	村级	地下水	/	1	120人	地下水距管道420m，位于管道上游，距离较近。含水岩组岩性主要为石灰岩、白云质灰岩及少量泥灰岩、泥岩、石膏层，在其相应层位处多呈角砾状石灰岩。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐岩中，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于10m。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。

序号	类别	名称	级别	地下水类型	井深(m)	井数	供水人口	管道施工对集中式饮用水源影响分析
7		渝北区统景镇黄印村大祠堂供水工程	村级	地下水	/	1	67人	地下水距管道930m，位于管道下游。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为10m～30m。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
8		渝北区统景镇黄印村窝凼供水工程	村级	地下水	/	1	150人	地下水距管道742m，位于管线上游。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为10m～30m。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
9		渝北区统景镇黄印村黄印水厂	乡镇级	地下水	/	1	1500人	地下水距管道2035m，位于管道上游。地下水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，风化带深度一般为10m～30m。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
10		合川区清平镇清泉自来水厂供水工程	乡镇级	地下水	/	1	5500人	地下水距管道651m，距离二级保护区244m，地下水位于管道下游。岩溶水主要赋存在三叠系嘉陵江组碳酸盐岩中，岩溶发育极不均一，地下水埋藏较深，一般埋藏深大于10m。管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部均不会揭露到潜水面，管沟与地下水之间不存在水力联系，管沟开挖不会对供水工程地下水流场产生影响，因此对该集中水源基本没有影响。
11		合川区昌龙供水站	乡镇级	地下水	/	1	1800人	地下水距管道428m，位于管道下游。以数层较稳定的砂岩形成含水层为主。地下水埋藏浅，水位一般近地表或略高于地面，泉流量多在0.003L/s～0.35L/s，钻孔涌水量$50m^3/d$～$500m^3/d$，管道最大开挖深度一般为2.4m，施工期管沟底部可能揭露到潜水面，因此可能对该集中水源有一定影响，但施工完成后会形成新的水力联系。

4） 管道施工对近距离分散水井的影响

本项目为三级评价，对分散式水源井的影响以类比为主。管道涉及到

部分地下水埋深浅，且距管道较近的分散式水源井，当管沟开挖深度大于地下水埋深时，需要对管沟内积水进行外排疏干，会造成管沟沿线地下水水位降低，形成以管沟排水处为中心的影响区，从而可能对影响区范围内的井、泉产生影响。管道沿线分散式水井中，水位埋深较浅的水井地下水类型一般为潜水，管沟开挖深度按一般地区 2.6m，河谷地区 3.4m 计算。本次评价对分散式的水源井影响采用半定量的方法，管沟排水采用沟排或井点降水施工，降水井深定为 5m，本次评价忽略由井排抽水产生的影响。含水层渗透系数参考附近水源保护区划分技术报告、1:20 万区域水文地质普查报告和水文地质手册。采用潜水非完整井影响半径经验公式：

$$R = 2S\sqrt{HK}$$

其中，R 为抽水孔影响半径，m；S 为抽水孔降深，为管沟开挖深度与地下水埋深之差，m；H 为含水层厚度(本次评价取降水井深度)，m；K 为含水层渗透系数，m。

表 9.6-7　管道沿线典型地区开挖影响范围计算表

编号	典型分散式水井所在行政区	含水层岩性	管沟深度(m)	地下水埋深(m)	渗透系数(m/d)	影响范围(m)
1	重庆市渝北区大湾镇点灯村5组	砂砾卵石夹砂	2.7	1.0	0.9	18.40
2	重庆市长寿区但渡镇石心村6组	亚粘土夹亚砂土	2.7	0.3	0.5	12.00
3	重庆市石柱县黄水镇黄莲社区	覆盖层为亚黏土，基岩碎屑岩	2.7	15.1	0.1	51.96
4	忠县忠州镇复旦村2组	碎屑岩	2.7	17.9	0.08	16.00
5	宜昌市长阳县榔坪镇芙盐岭村7组	砂砾卵石夹砂	2.0	0.5	3.4	12.77
6	宜昌市长阳县龙舟坪镇刘家坳村3组	砂砾卵石夹砂	2.0	1.0	1.3	15.80
7	重庆市渝北区统景镇西新村9组	亚粘土夹砂土	2.4	0.0	0.7	3.28

根据表 9.6-7 计算结果可知，管沟施工降水产生的影响半径一般在附近几十米范围内，在施工结束后即可恢复。因此，施工开挖对大部分水源井的地下水流场影响较小，对于相对距离短且位于管道下游方向的部分水

源井会造成一定的影响，主要表现为在短时间内水源井水位下降、浊度增加等，但影响时限一般较短。

施工队伍的吃住一般依托当地的村庄，同时施工是分段分期进行，具有较大分散性，局部排放量一般很小。

施工过程中产生的废水及辅料、废料经降雨淋滤作用，其淋滤液可能会经包气带渗入含水层。对于相对距离短且位于管道下游方向的水源井，施工废水的不规范排放可能会对其水质产生一定的影响。因此，在施工的过程中，要注意污染的防护，尽量减少施工期间污染物的产生，避免随意排放，以免污染物的长期滞留、运移，影响较近距离分散水源井的水质安全。

9.6.1.4　山体隧道施工对地下水环境影响分析

1)　隧道建设的基本概况

本次评价路由沿途经过 2 个省市，地形变化大。管道设计埋深约 1.2m。在重庆和湖北地段山势陡峭，山体坡度超出施工车辆安全爬行的坡度，对Φ1219mm 大口井管道的运送、布管和焊接等都无法完成，须设置隧道穿越。已批复可研方案中设计 101 座山岭隧道，其中遵循“能用尽用”原则，尽量利用一线已建隧道以减小工程投资，通过对川气东送一线已建 47 条隧道开展“一洞一方案”利旧分析形成利旧结论，其中不可利旧 10 条，可利旧 37 条。37 条利旧隧道在《川气东送天然气管道工程环境影响报告书》已评价且取得了环评批复，本次评价将不再重新评价；利旧隧道只涉及部分洞口扩宽，未涉及大部分主体工程施工，施工期对地下水环境影响小，将不再作为重点关注。本工程除利用川气东送一线部分预留山体隧道以外（利旧 17 条），还新增加了 68 座山体隧道，本次评价重点对 68 条新建隧道进行现场调查和分析。

2)　山体隧道穿越地质与水文地质条件

本工程设计的隧道拟采用直墙圆弧拱形断面，断面尺寸为 3.2m×3.2m，隧道内布设 1 条 D1219mm 管道，安装方式为架空。

隧道开挖地段的围岩多为寒武，奥陶系的灰岩、白云质灰岩，二叠和三叠系深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩，侏罗系砂岩和泥岩等。天然状态下裂隙呈闭合状，发育深度 2m～3m。隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出

口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、碳质页岩溶隙、溶洞及孔隙中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，碳酸盐岩裂隙溶洞含水层富水性极不均一。

为了解管线工程隧道穿越对区域地下水环境的影响，将 68 座山体隧道穿越处的地质情况与水文地质条件进行了汇总分析，详见表 9.6-8。

表 9.6-8　山岭隧道穿越基本情况

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
1	云雾山1#隧道	重庆市合川区南门办街道m坊村20组	新建	956.9	隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区入口地层主要为第四系全新统残坡积层、侏罗系自流井组紫红色砂泥岩。出口为三叠系灰岩地层，在该区域呈条带状出露。	隧址区西部入口地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放；东部地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性中等。	隧道入口附近均使用自来水；出口附近因施工矿洞泉水已干，目前水波洞村8组区域15户50人，饮用煤矿矿洞自来水，自来水引自2km外。隧道施工对该区域地下水饮用水无影响。	
2	云雾山2#隧道	重庆市合川区盐井镇茶园村4组	新建	1103.2	-	隧址区入口地层主要为第四系全新统残坡积层三叠系灰岩地层，在该区域呈条带状出露。	隧址区地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性中等。主要接受大气降水渗入补给，在灰岩宽大裂隙受地形切割，出露成泉。	天宏煤炭公司的矿洞洞口标高最低，施工采矿洞后，一定程度上疏干地下水，泉眼消失，煤矿10多年前关门。目前入口15户38人，出口约50人饮用自来水。隧道施工对该区域地下水饮用水无影响。	
3	云雾山3#隧道	重庆市合川区盐井镇水波洞村和北碚区澄	新建	1226.8	-	隧址区入口地层主要三叠系薄层状灰岩地层。出口为第四系全新统残坡积层、侏罗系自流井组紫红色砂泥岩地层，在该区域呈条带状出露。	隧址区地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性不均一，贫乏-中等。主要接受大气降水渗入补给，在灰岩宽大裂隙受地形切割，出露成泉。	隧道入口下方修建铁路，上部区域8户25人吃分水岭山泉水，泉点在200m红线范围外300m；山下厂区是河沟地表水。隧道出口山泉水，取水口位于200m红线范围南西方向1km，不通路。山上5组吃玉河沟泉水。山下区域已通自来水并使用。隧道施工对该区域地	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		江镇上马台村						下水饮用水无影响。	
4	缙云山隧道	重庆市合川区草街乡龙潭村和土场镇杨柳村	新建	1960.7	-	隧址区入口地层主要为第四系全新统残坡积层、三叠系须家河组紫红色砂泥岩。出口为侏罗系自流井组紫红色砂泥岩。	隧址区地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放。	入口处1户2人为饮用积蓄的河沟地表水，水源矿洞引出，在200m红线范围外南部约150m。出口区域已全部接通隧道出口西部水库自来水，并饮用，同时村民20户50人也吃泉水。总体可能对入口1户的矿洞引出的地表水造成影响。	
5	马家沟隧道	重庆市合川区清坪镇福林村	新建	654.1	隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区入口地层主要为第四系全新统残坡积层、三叠系灰岩夹紫红色砂泥岩。出口为三叠系紫红色砂泥岩。	隧址区地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性不均一，一般为中等。出口地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性贫乏。	隧道入口40户350人使用原矿洞涌水，马家沟隧道施工可能对该水源造成影响；出口杨柳坝村已全部接通并使用自来水。	
6	中梁山1#隧道	重庆市北碚区柳荫镇合兴村	新建	1438.1	-	隧址区入口地层主要三叠系薄层状灰岩地层。出口为三叠系薄-厚层状灰岩地层，在该区域呈条带状出露。	隧址区地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性不均一，贫乏-丰富。	隧道入口7户25人已全部接通并使用自来水，下部居民吃杨柳坝自来水，出口附近使用陶家沟自来水。隧道施工对该区域地下水饮用水无影响。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
7	中梁山2#隧道	重庆市北碚区柳荫镇天桥村和灰坝村	新建	2300.4	-	隧址区入口地层主要三叠系薄层状灰岩地层。出口为侏罗系自流井组紫红色砂泥岩地层，在该区域呈条带状出露。	隧址区地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水，富水性不均一，中等。主要接受大气降水渗入补给，在灰岩宽大裂隙受地形切割，出露成泉。出口处地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏。	隧道入口2户4人，使用陶家沟自来水；出口处使用沙帽顶附近自来水。	控制性工程
8	放牛坪隧道	重庆市渝北区茨竹镇	新建	2437.1	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区解理和裂隙发育、 入口2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，三叠系须家河组由页岩和石英砂岩和煤层组成，夹少许薄层和透镜状页岩，侏罗系自流井组以紫红色泥岩为主，夹黄色页岩、介壳灰岩及薄至中层石英砂岩。	隧址区地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放。	放牛坪隧道入口，右侧7户35人，饮用放牛坪山泉水。放牛坪隧道出口，左侧4户20人，饮用放牛坪山泉水。	控制性工程
9	梅家坡隧道	重庆市渝北区茨竹镇	新建	886.5	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，侏罗系沙溪庙组由紫红色泥岩与砂质泥岩、泥质砂岩及不稳定粉砂岩呈不等厚互层，底	隧址区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	梅家坡隧道入口，无近距离居民及饮用水源。梅家坡隧道出口，右侧3户10人，饮用井水，水源距管道约25m。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
						部是厚层长石砂岩。			
10	铜锣山隧道	重庆市渝北区大湾镇	新建	2297.7	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区发育、出口3组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，三叠系须家河组由页岩和石英砂岩和煤层组成，夹少许薄层和透镜状页岩。	隧址区地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放。	铜锣山隧道入口，左侧有2户6人，使用范围外泉水。铜锣山隧道出口，距离左侧西新村集中水源350m。	
11	明月山1#隧道	重庆市长寿区洪湖镇	新建	1487.6	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过，出口发育3组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系沉积物和须家河组，由页岩和灰、青色中至细粒厚层块状长石石英砂岩组成，夹少许薄层和透镜状页岩。	隧址区地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放。	隧道入口西侧130m有6户19人，使用自来水；出口东侧140m有5户15人，使用范围外泉水。	
12	明月山2#隧道	重庆市长寿区葛兰镇	新建	1803.5	隧址区发育有3组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系全新统残坡积与冲洪积，下覆紫红色钙质泥岩、页岩和灰岩。	第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为第四系全新统残坡层中的粉质粘土与砂砾层中，补给形式主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	隧道入口附近近距离无居民，出口在东侧及南侧150m外有居民，使用范围外泉水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
13	明月山3#隧道	重庆市长寿区葛兰镇	新建	604	隧址区发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要为第四系全新统残坡积层、侏罗系紫红色泥岩、夹黄色页岩。	第四系松散岩类孔隙潜水，含水层为第四系全新统残坡层中的粉质粘土与砂砾层中，补给形式主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	隧道入口附近近距离无居民及饮用水源，出口东南侧140m外有6户17人，使用范围外泉水。	
14	尖子山隧道	重庆市忠县白石镇	新建	614.12	隧址区无断层，隧道进口发育3条节理裂隙带	隧址区地层主要有第四系全新统坡残积层、第四系全新统冲积层、第四系全新统人工堆积层侏罗系沙上沙溪庙组长石石英砂岩及长石砂岩夹泥岩，粉砂质泥岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水以含砾粉质粘土组成，透水性差；基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等。主要接受大气降水渗入补给，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄。	隧道进口北侧有居民10户约50人，最近居民距隧道出口150m，居民饮用水源为隧道所在山沟的溪沟水，水源距隧道出口西北侧250m，位于隧道出口上游。隧道进口无居民及饮用水源。	
15	幺姑岭隧道	重庆市忠县白石镇	新建	1261.43	隧址区无断层，隧道进口发育3条节理裂隙带	隧址区地层主要有第四系全新统坡残积层、第四系全新统冲积层、第四系全新统人工堆积层侏罗系沙上沙溪庙组长石石英砂岩及长石砂岩夹泥岩，粉砂质泥岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水以含砾粉质粘土组成，透水性差；基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等。主要接受大气降水渗入补给，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄。	隧道进口周围40m分布有6户30人，用水来自隧道西北侧泉水，泉水出露点高于隧道标高，隧道施工可能会影响居民用水。隧道出口无居民及饮用水源。	
16	秧石田隧道	重庆市忠县黄金镇	新建	1250.9	隧道沿线岩体节理裂隙较发育，主要发育有5组节理裂	隧址区表层主要为第四系全新统坡残积层，下伏基岩主要为下沙溪庙组的泥岩、	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水以含砾粉质粘土组成，透水性差；基岩裂隙水赋存于砂岩、	进口北侧170m处有10户30人，使用忠县供水厂自来水；隧道出口南侧250m有10户50人，使用忠县供水厂自来水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
					隙。	页岩，长石石英砂岩及长石砂岩夹泥岩，粉砂质泥岩。	泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等。主要接受大气降水渗入补给，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄。		
17	白坡隧道	重庆市忠县黄金镇	新建	209.71	隧道沿线岩体节理裂隙较发育，主要发育有5组节理裂隙。	隧址区表层主要为第四系全新统坡残积层，下伏基岩主要为下沙溪庙组的泥岩、页岩，长石石英砂岩及长石砂岩夹泥岩，粉砂质泥岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水以含砾粉质粘土组成，透水性差；基岩裂隙水赋存于砂岩、泥岩中的不均匀构造裂隙，层面裂隙、构造裂隙基础上的风化扩大的裂隙中及砂岩、泥岩的风化裂隙中，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等。主要接受大气降水渗入补给，自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄。	进口北侧170m处有10户50人，使用忠县供水厂自来水；隧道出口无居民和饮用水源。	
18	方家坝1号隧道	重庆市石柱县王场镇	新建	430.88	方斗山背斜为线状弧形构造，背斜两翼岩层产状不对称，沿背斜轴部出露新老地	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，二叠系地层茅口组、龙潭组和长兴组，三叠系地层有大冶组、嘉陵	第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。		

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
					层。隧道出口处节理裂隙发育，出露岩层较破碎。	江组、巴东组，侏罗系地层主要有珍珠冲组、自流井组。			
19	方家坝2号隧道	重庆市石柱县王场镇	新建	543.79	方斗山背斜为线状弧形构造，背斜两翼岩层产状不对称，沿背斜轴部出露新老地层。隧道出口处节理裂隙发育，出露岩层较破碎。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，二叠系地层茅口组、龙潭组和长兴组，三叠系地层有大冶组、嘉陵江组、巴东组，侏罗系地层主要有珍珠冲组、自流井组。	第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。		
20	方斗山隧道	重庆市石柱县鱼池镇	新建	3243.8	方斗山背斜为线状弧形构造，背斜两翼岩层产状不对称，沿背斜轴部出露新老地层。隧道出口处节理裂隙发育，出露岩层较破碎。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，二叠系地层茅口组、龙潭组和长兴组，三叠系地层有大冶组、嘉陵江组、巴东组，侏罗系地层主要有珍珠冲组、自流井组。	第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	方斗山隧道入口左侧约130m，6户25人，饮用白岩煤矿隧道水。方斗山隧道出口右侧约230m，30户100人，饮用远处山泉水。	控制性隧道

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
21	高家坝隧道	重庆市石柱县鱼池镇	新建	1356.43	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层，坡残积，崩坡积层，三叠系须家河组,侏罗系自流井组，沙溪庙组。	隧址区地下水类型为基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等，主要接受大气降水渗入补给，在低洼处以泉的形式排放。	高家坝隧道入口，30户100人，饮用远处山泉水。高家坝隧道出口，40户140人。饮用远处山泉水。	
22	杨家沟	重庆市石柱县黄水镇	新建	1592.52	隧道进、出口泥岩风化强烈，裂隙发育，呈块状、碎砾状镶嵌结构。	隧道区地层为冲洪积层，进、出口段为紫红色泥岩，粉砂质泥岩。洞身段为黄灰、紫灰色厚层至块状粉细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；基岩裂隙水多赋存于风化裂隙中，裂隙张口小或被泥质充填，透水性及富水性一般。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口、出口处附近均无近距离居民及饮用水源。	
23	新街隧道	重庆市石柱县枫木乡	新建	2087.48	隧道出口处节理裂隙发育，出露岩层较破碎。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层、残坡积和侏罗系沙溪庙组紫红色泥岩与砂质泥岩、泥质砂岩及不稳定粉砂岩呈不等厚互层。	第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	隧道进、出口附近近距离均无居民及饮用水源。	
24	高椿坪隧道	重庆市石柱县枫木乡	新建	1136.71	隧道出口处节理裂隙发育，出露岩层较破碎。	隧址区地层主要有第四系冲洪积层、残坡积和侏罗系沙溪庙组紫红色泥岩与砂质泥岩、泥质砂岩及不稳定粉砂岩呈不等厚互	第四系松散岩类孔隙潜水，地下水主要赋存于粉土及砂卵石和砂砾层中，主要为自大气降水、地表水渗入补给，在低洼处排泄汇入地表水体。	隧道进、出口附近近距离均无居民及饮用水源。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
						层。			
25	大地岩隧道	重庆市石柱县枫木乡	新建	1637.86	隧址区发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系残坡积、崩坡积层和侏罗系沙溪庙组紫红色泥岩与砂质泥岩、泥质砂岩及不稳定粉砂岩。	隧址区地下水为第四系孔隙水，主要埋藏于低洼处的坡积层内。土层为碎石间以黏性土为主充填，透水性较弱，含水层富水程度弱。接受降水补给，自然排泄。	隧道入口北侧100有3户9人，出口东侧20m有2户4人，均用范围外泉水。	
26	水泥沟隧道	重庆市石柱县枫木乡	新建	1437.2	隧址区发育有4组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系残坡积、崩坡积层和侏罗系沙溪庙组紫红色、棕红色泥岩，粉砂质泥岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；基岩裂隙水透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口北侧50m有2户5人，出口南侧110m有2户6人，均使用范围外泉水。	
27	横田坝隧道	重庆市石柱县枫木乡	新建	1520.89	隧址区发育有4组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系残坡积、崩坡积层和侏罗系沙溪庙组紫红色、棕红色泥岩，粉砂质泥岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；基岩裂隙水透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口南侧110m有2户6人，均使用范围外泉水，出口附近距离均无居民及饮用水源。	
28	苏家湾隧道	恩施州利川市汪营	利旧	2188.73	隧道沿线岩体节理裂隙较发育，主要发育有5组节理裂	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、	苏家湾隧道进、出口附近均无近距离居民及饮用水源。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		镇			隙。	三叠系嘉陵江组（T1j）白云岩、灰岩、角砾岩。二叠系茅口组（P1m）上部为页岩及泥灰岩，中下部为灰岩。	白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
29	齐岳山1#隧道	恩施州利川市汪营镇	新建	961.23	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，三叠系大冶组，嘉陵江组岩性为白云岩、灰岩、角砾岩。	岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	齐岳山1#隧道入口，无近距离居民及饮用水源。齐岳山1#隧道出口，利川市汪营镇皂角岭村2组，3户10人，饮用远处山泉水。	
30	齐岳山2#隧道	恩施州利川市汪营	新建	997.394	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区发育有3组	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，	岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状	齐岳山2#隧道进、出口附近均无近距离居民及饮用水源。该隧道有近距离水源地利川市汪营镇清江源水源地（地下水	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		镇			节理裂隙。	嘉陵江岩性为白云岩、灰岩、角砾岩。	方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	型），隧道距保护区43m。	
31	张家梁子隧道	恩施州利川市凉雾乡	新建	800.64	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩。	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	三管隧道
32	庄屋隧道	恩施州利川市凉雾	新建	1790.12	隧址区岩体中节理裂隙较发育，围岩中发育有4组构造	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，进口段下伏基岩主要三叠系中统深	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、	隧道进口无居民及饮用水源。出口东南侧50m有1户居民共4人，水源为隧道西侧山泉水。隧道标高低于泉水出露位置，	三管隧道

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		乡			节理。	灰、灰白色白云岩、白云质灰岩，出口段为须家河组，为一套以砂岩为主，间夹页岩，炭质页岩、煤层的地层。	白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。出口段地下水储存在三叠系须家河(二桥)组砂岩裂隙中砂岩裂隙发育，为主要含水层。该类地下水有以下基本特征：含水层岩性为砂岩，具有厚度大，延伸远，分布稳定；具承压性；富水性受岩层产状、构造、裂隙、岩性、植被等因素影响。	隧道施工可能会影响用水	
33	陈家坪1#隧道	恩施州利川市凉雾乡、都亭街道	新建	1914.15	隧址区无断层，隧道进出口构造节理裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富	隧道进口东南125m，有大型集中供水水源地，供水1000户，5000人。隧道顶部有一户居民，使用山泉水，由于隧道标高低于泉水出露位置，隧道施工可能会影响周围居民日常用水。	三管隧道

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
34	陈家坪2#隧道	恩施州利川市都亭街道	新建	1029.82	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	三管隧道
35	刘家坪隧道	恩施州利川市都亭街道、东城街道	新建	1755.69	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗	隧道进口无居民及饮用水源。出口东南侧50m有1户居民共4人，水源为隧道西侧山泉水。隧道标高低于泉水出露位置，隧道施工可能会影响用水	三管隧道

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
36	龚家湾隧道	恩施州利川市堡元乡	新建	639.2	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	
37	刘家隧道	恩施州利川市堡元乡	新建	1329.59	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
38	田家崖隧道	恩施州利川市团堡镇	新建	969.93	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏基岩主要三叠系中统巴东组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。	隧道进口东北侧有 2 户人，吃隧道东北侧山后泉水，隧道顶部上方有一户人家，同样使用山泉水，隧道施工可能会影响用水，隧道出口附近有五户人家，取水口位于附近杨家淌，在管线范围之外。	
39	新屋场隧道	恩施州利川市团堡镇	新建	1333.54	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏三叠系下统嘉陵江组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道	隧道进出口无居民及水源分布。隧道顶部有一户居民，使用山泉水，隧道施工可能会影响用水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
40	梧桐坝隧道	恩施州利川市团堡镇	新建	1356.57	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏三叠系下统嘉陵江组深灰、灰白色白云岩、白云质灰岩	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。	隧道进出口无居民及水源分布。	
41	猪嘴岩隧道	恩施州恩施市屯堡镇	新建	721.37	隧址区无断层，隧道进出口溶蚀裂隙发育。	隧址区表层主要为第四系全新统残坡积层，下伏二叠系茅口组，上部为灰黑色薄层硅质岩夹炭质页岩及泥灰岩，中下部为深灰色中-厚层状含燧	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、碳质页岩溶隙、溶洞及孔隙中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
42						石结核微晶灰岩夹瘤状含生物屑亮-微晶灰岩。	育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。		
42	纱帽山隧道	恩施州恩施市屯堡乡屯堡乡	新建	1011.04	隧道区岩体一般多发育2～6组节理，节理面多较平直，有少量泥质薄膜充填。隧道区未见新构造运动痕迹。	隧址区为第四系全新统残坡积层，厚度一般2～5m左右，下伏基岩为志留系下统罗惹坪组下段强风化页岩。	隧址区地下水类型分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水：前者分布于低洼处的残坡积土层孔隙中，含水量小，受大气降水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或蒸发排泄，以及在地形适当部位以泉水的形式排出；后者于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出。	隧道进口约100米范围有零散居民点，隧道出口周边约200米有零散居民点，进出口附近均有乡村道路及人行便道，人类耕植活动主要作物为苗木种植、茶树；进出口均人类零星居住，人类活动主要表现为耕种与苗木种植等。使用范围外泉水。	
43	罗家坡隧道	恩施州恩施市屯堡乡	新建	1957.95	主要发育二组节理。节理面多较平直，有少量泥质薄膜充填。隧址区未见新构造运	隧道区坡顶表部多由残坡积土体，厚度一般0.5～3m左右。局部出露强风化泥质灰岩、页岩。下伏基岩为志留系下统龙马溪	隧址区地下水类型分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。前者分布于山间凹地土层孔隙中，含水量小，受大气降水及高地势地下水、地表水补给，以渗流的方式向低洼处径流排泄或	隧道进口约150米范围有零散居民点，隧道出口周边约100米有零散居民点，进出口附近均有乡村道路，人类耕植活动主要作物为苗木种植。使用范围外泉水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
					动痕迹。	组中-强风化页岩于泥质灰岩。	蒸发排泄；后者赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集破碎带部位，含水量丰富。		
44	百瓦厂隧道	恩施州恩施市太阳河乡	新建	646.89	隧道出口处受沟内水流冲刷，基岩出露，顺坡倾斜，节理裂隙较为发育。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、崩坡积层和奥陶系下统微晶灰岩和微晶白云岩。	隧址区地下水为基岩裂隙水，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，向山谷低洼处排泄。	隧道入口西北侧 40m 为刀背梁子隧道出口；出口东北侧 150m 有 3 户 10 人，使用范围外泉水。	
45	柑树垭隧道	恩施州恩施市太阳河乡	新建	911.58	隧道进、出口处均有地层出露，较为破碎，发育有 5 组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、残坡积层和泥盆系中上统灰色微晶灰岩夹泥灰岩。	隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。第四系土层多为碎石土；灰岩裂隙较发育，含裂隙潜水，透水性中等。主要接受大气降水入渗补给，向沟谷排泄。	隧道入口西侧 200m 有 1 户 3 人，出口东北侧 140m 有 1 户 3 人，均使用范围外泉水。	
46	月家坡隧道	恩施州恩施市白杨	新建	797.5	隧道进口处附近节理裂隙发育较为破碎。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、残坡积层和泥盆系中上统灰岩夹泥灰岩。	隧址区地下水类型为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙潜水。第四系土层多为碎石土；灰岩裂隙较发育，含裂隙潜	隧道入口北侧 70m 有 2 户 5 人与 1 小型养猪场，出口东北侧 110m 有 2 户 5 人，用水均为范围外泉水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		坪镇					水，透水性中等。主要接受大气降水入渗补给，排泄于沟谷。		
47	猪槽坝隧道	恩施州恩施市白杨坪镇	新建	1275.43	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区较发育，有6组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，雷口坡组（T2L），岩性为白云质灰岩、灰岩。	岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	隧道入口，20户80人。饮用远处山泉水。隧道出口3户10人，饮用远处山泉水。	
48	马家坡隧道	恩施州恩施市崔家坝镇	新建	1086.75	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区较发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，雷口坡组，岩性为白云质灰岩、灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；岩溶裂隙，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	马家坡隧道入口，20多户123人，饮用远处山泉水。马家坡隧道出口，13户40人。饮用远处山泉水。	
49	青布岭隧道	恩施州恩施市	新建	734.39	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；	青布岭隧道入口，20户70人。饮用远处山泉水。青布岭隧道出口，20户100人。饮用镇上	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		崔家坝镇			区较发育有5组节理裂隙。	坡残积，崩坡积层，雷口坡组，岩性为白云质灰岩、灰岩。	岩溶裂隙，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	自来水。水田坝村8组	
50	苏家坪隧道	恩施州巴东县大支坪镇	新建	394.79	隧址区发育2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲洪积、残坡积层和三叠系嘉陵江组白云岩、灰岩和角砾岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；岩溶裂隙，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口140m有2户5人，出口东北侧200m有3户9人居住，使用水源均为范围外泉水。	
51	水谷坝隧道	恩施州巴东县大支坪镇	新建	477.57	隧址区发育2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲洪积、残坡积层和三叠系嘉陵江组白云岩、灰岩和角砾岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；岩溶裂隙，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口140m有2户5人，出口西南侧110m有3户15人，使用水源均为范围外泉水。	有旧线
52	红岩子隧道	恩施州巴东县大支坪镇	新建	1109.1	隧道进、出口附近地层出露较为破碎，发育5组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲洪积、残坡积层和三叠系嘉陵江组白云岩、灰岩和角砾岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；岩溶裂隙发育，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口西侧山沟对面100m有3户15人居住，出口西侧120m有有2户6人居住，使用水源均为范围外山泉水。	
53	支井河1号隧道	恩施州巴东县大支	新建	1303.29	隧道进口处附近发育3组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统崩坡积、残坡积层和三叠系嘉陵江组白云岩、灰岩	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系粉质粘土透水性、富水性弱；灰岩裂隙发育，透水性及富水	隧道入口东北侧150m有2户7人居住，使用范围外泉水；出口处无近距离居民居住。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
		坪镇				和角砾岩。	性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。		
54	支井河 2 号隧道	恩施州巴东县野三关镇	新建	909.77	隧道进、出口处岩层较为破碎，发育 3 组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统崩坡积、残坡积层和三叠系大冶组紫红色钙质泥岩、页岩和灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和岩溶裂隙水。第四系残坡积、崩坡积接受大气降水；灰岩裂隙发育，岩溶较为发育，透水性及富水性较好。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口西南侧 100m 以外有 4 户 15 人居住，使用水源引自居住地东侧 4km 处泉水；出口北侧 80m 处有 1 户 4 人居住，使用水源为范围外泉水。	
55	古树坪隧道	恩施州巴东县野三关镇	新建	612.6	隧道出口处附近人工开挖地层出露，近乎水平，节理裂隙发育 3 组。	隧址区地层主要有第四系全新统崩坡积、残坡积层和二叠系栖霞组深灰色灰岩夹炭质钙质页岩，浅灰色石英砂岩夹粉砂质页岩、炭质页岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。第四系残坡积、崩坡积接受大气降水；基岩裂隙较发育。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口北侧约 50m 有 2 户 6 人居住，使用水源为范围外泉水；出口处无近距离居民居住。	
56	太平店隧道	恩施州巴东县野三关镇	新建	3050.35	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区较发育 3 组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，雷口坡组（T2L），岩性为白云质灰岩、灰岩。	岩石主要为灰岩及白云岩，属碳酸盐类地层，为主要含水层，赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接	隧道入口，3 户 10 人，饮用远处山泉水。隧道出口，1 户 2 人，饮用山上山泉水，水源距出口右侧约 100 米。	控制性工程

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。		
57	孔夫子隧道	宜昌市长阳县榔坪镇	新建	2467.6	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区发育3条断层、2组节理裂隙。	隧址区地层主要有寒武系三游洞群：微晶一细晶白云岩、微晶白云质灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	孔夫子洞隧道入口，周围村户饮用镇上自来水厂的水。孔夫子洞隧道出口，周围4户12人，饮用远处山泉水。	控制性工程
58	魏家包隧道	宜昌市长阳县榔坪镇	新建	2206.71	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区较发育有2组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，寒武系三游洞群:微晶一细晶白云岩、微晶白云质灰岩。覃家庙	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联	魏家包隧道入口，50户200人，饮用远处山泉水。魏家包隧道出口，12户30人，居民饮用远处山泉水。	控制性工程

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
						群：白云质灰岩、微晶灰岩、灰岩和长石石英石英。	系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。		
59	夹槽隧道	宜昌市长阳县榔坪镇	新建	1095.77	隧址区未发现断裂和褶皱构造通过。隧址区较发育、有3组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系全新统冲积和冲湖积层，冲洪积层，坡残积，崩坡积层，寒武系覃家庙群（Є2qn）：白云质灰岩、微晶灰岩、灰岩和长石石英石英。	隧址区地下水类型为暗河溶洞强烈发育，规模大。地下水以暗河及溶洞泉汇水排泄，同时亦兼有小型岩溶裂隙泉。	隧址区居民点较少，人类工程活动主要以道路、房屋建设及耕植活动为主，利用范围外泉水。	
60	文家坪隧道	宜昌市长阳土家族自治县榔坪镇	新建	1065.24	隧址区主要发育有三组节理裂隙。各组节理面与层面垂直或斜交，节理闭合～微张，面平整、钙质、硅质物充填。	隧址区浅表层主要为第四系全新统残坡积层，厚度不均，下伏基岩为寒武系中统覃家庙组砂砾屑白云岩。	隧址区域附近主要赋存松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类溶洞水。前者具循环深度较浅、径流较短、交替迅速的特点，水量随大气降水而具有较大的变幅；后者地下水于含水层露头区，通过落水洞、竖井等垂直岩溶通道接受降水的注入式补给，在区域性侵蚀基准面的控制下，沿次级岩溶系统向水平岩溶通道（岩溶管道）汇流，	隧址区居民点较少，人类工程活动主要以道路、房屋建设及耕植活动为主，利用范围外泉水。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							并最终在侵蚀基准面附近以暗河或岩溶大泉的形式集中排泄。		
61	尖巴子坡隧道	宜昌市长阳县贺家坪	新建	1470.92	隧址区发育2条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四残坡积，下伏至留系罗惹坪组灰色、灰绿色石英细砂岩夹页岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。孔隙水以含砾粉质粘土组成，透水性差；基岩裂隙水，渗透性弱，水量较小，富水性较贫乏～中等。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道进口无居民及饮用水源。出口东南侧50m有2户居民共5人，水源为隧道西侧山泉水。隧道标高低于泉水出露位置，隧道施工可能会影响用水。	有旧线
62	铁匠岭隧道	宜昌市长阳县贺家坪	新建	938.93	隧址区发育多条断层及支断裂，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系残坡积、崩坡积层和奥陶系中上统硅质岩、黑色页岩和含炭质灰岩。	隧址区孔隙水主要埋藏于隧道进出口表层土层内。土层以含碎石粉质黏土为主，透水性弱；碳酸岩溶水赋存于灰岩、白云岩、白云质灰岩溶隙及溶洞中，碳酸盐岩岩溶水接受大气降雨入渗补给；因岩溶管道发育程度的强弱，其降雨入渗补给量也随之变化，属于弱富水区。岩溶水流向受地形地貌、地层岩性、地质构造控制，以裂隙流为主，介质含水极不均一。主要接受大气降水渗入补给，以泉的形式排泄。	隧道入口，1户2人。饮用远处山泉水。救出口附近无近距离居民及饮用水源。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
63	魏家洲隧道	宜昌市长阳县贺家坪	新建	850.08	隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、残坡积层和寒武系的一套白云质灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	有旧线
64	沿溪隧道	宜昌市长阳县贺家坪	新建	1117.38	隧址区主要发育有三组节理裂隙。各组节理面与层面垂直或斜交，节理闭合～微张，面平整、钙质、硅质物充填。受区域构造影响，隧址区节理、裂隙较发育，其	隧址区浅表层主要为第四系全新统崩积，厚度不均，进出口附近局部为崩坡积堆积物，厚度大于10m，下伏寒武系下统的天河板组风化岩体，黄灰、灰色泥质条纹。	隧址区主要赋存松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类溶洞水。前者循环深度较浅、径流较短、交替迅速的特点，水量随大气降水而具有较大的变幅；后者含水层为寒武系下统石龙洞组和天河板组的白云质灰岩、灰岩以及白云岩，岩溶化程度一般，溶蚀洼地、落水洞、竖井等垂直岩溶形态于地表零星分布，深部岩溶裂隙系统、岩溶管道、大型溶洞等水平岩溶形	隧址区居民点较少，人类工程活动主要以道路、房屋建设及耕植活动为主。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
					主节理走向为北东向和北西向。		态发育，赋存赋存碳酸盐岩类溶洞水。		
65	磨刀溪隧道	宜昌市长阳县龙舟坪镇	新建	566.03	隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系、残坡积层和震旦系的一套微晶白云岩和鲕粒灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	
66	高荒岭隧道	宜昌市长阳县龙舟坪镇	新建	1708.24	隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系、残坡积层和震旦系的一套微晶白云岩和鲕粒灰岩。	隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和碳酸岩溶水。第四系松散层孔隙水透水性、富水性弱；赋存岩溶裂隙水，以溶蚀管道储集为主，呈层状和脉状方式埋藏于地下，一般水量较大，纵向运移为主，小区域联系较好，分布不均。地下水主	隧道进出口及顶部无居民及水源分布。	

序号	隧道名称	穿越位置	属性	穿越长度(m)	地质构造	地层岩性	水文地质条件	隧址区敏感点分布情况	隧道备注
							要接受大气降雨补给，部份接受河流补给，向河流沟谷，低洼处，以涌泉，暗河形式排泄，一般埋深较大，一般大于50m，平坝低洼处在3-5m，水文地质条件较复杂。		
67	牛风冲隧道	宜昌市长阳县龙舟坪镇	新建	590.97	隧道沿线岩体节理裂隙较发育，主要发育有4组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、残坡积层和寒武系的一套白云质灰岩。	赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育、开启程度制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出，含水量一般较小，但在断裂破碎带、节理密集破碎带部位，含水量丰富。	隧道进洞口约80米范围有零散居民点，隧道出洞口周边侧约90米沿318国道有零散居民点，进出洞口附近均有乡村道路和公路。使用自来水。	
68	罗家冲隧道	宜昌市长阳县龙舟坪镇	新建	1125.43	隧址区发育3条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。	隧址区地层主要有第四系冲洪积、残坡积层和寒武系的一套白云质灰岩。	赋存于基岩裂隙中，主要受大气降水补给，并受岩石完整性及裂隙发育等制约，沿基岩风化裂隙、构造裂隙等向地势低凹处排泄或在地形适当部位以泉水的形式排出。	隧道进出口附近为零散居民点，人类耕植活动主要作物为蔬菜玉米油菜等农作物种植，使用自来水。	

3) 重点隧道穿越对地下水环境影响

野外调查过程中，部分隧道进出口附近或山下有居民居住，部分隧道还临近当地的集中供水源地，施工期间，由于隧道标高一般低于泉水出露位置，隧道开挖可能改变地下水的流场，降低区域地下水水位，影响泉水排泄，造成部分地段地下水流失，可能影响附近村民用水。施工期隧道内部分地段还可能出现地下水渗出现象，故需要加强隧道衬砌、喷锚等施工措施消除不利影响。通过对以上隧道工程地质条件和和水文地质条件分析，考虑到隧道穿越的地下水环境以及附近居民的用水情况，隧道施工概况等因素，主要针对隧道进出口及沿线附近敏感点较多且隧道施工可能会对敏感点造成影响的隧道进行评价，本次共选取了15座隧道进行重点分析评价。

(1) 明月山1#隧道

隧道位于重庆市长寿区葛兰镇西侧洪湖镇东侧，距葛兰镇约40km，距离洪湖镇约10km。隧道呈近东西走向，在进、出口附近100m～200m范围内有人居住。明月山1#隧道入口处，居民用水主要为隧道入口南东方向约270m的小型泉点。隧道进、处口地貌见照片9.6-1与照片9.6-2，其平面位置见图9.6-3，隧道剖面图见9.6-4。



照片9.6-1 明月山1#隧道进口



照片9.6-2 明月山1#隧道出口



图9.6-3　明月山1#隧道平面图

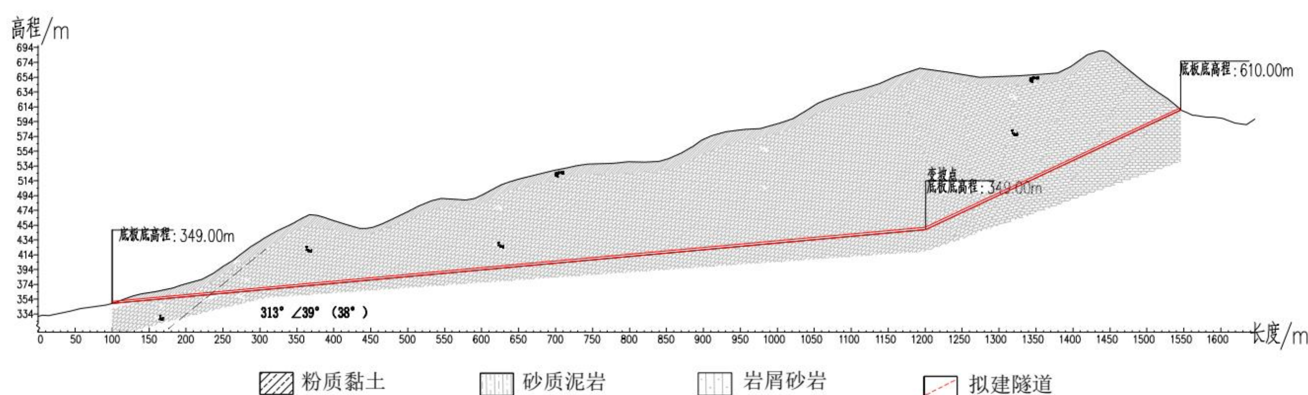


图9.6-4　明月山1#隧道剖面图

——地形地貌

长寿区处于四川盆地东南部丘陵～低山区斜坡地带，地形受构造控制明显，山岭走向与构造形迹展布方向一致。背斜构成条状中低山岭，向斜构成宽缓开阔的槽谷，丘陵、岭谷相间平行构成平行岭谷地貌景观。隧道区域地貌类型以构造剥蚀中低山地貌。

——地层岩性

隧道区域出露的主要地层由新至老分别为：第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})、侏罗系下统珍珠冲组(J_1z)和三叠系上统须家河组(T_3xj)。上覆灰黄色、黄褐色、杂色，主要由粉质粘土、泥岩碎石角砾组成，碎块石含量

占 5%～10%，粒径一般为 0.5cm～5cm，呈强～弱风化状。粉质粘土呈软塑～硬塑状，土体结构较松散，块碎石分布不均一。

——地质构造

隧址区属于明月峡背斜的西北翼，明月峡南起巴县永兴场以南，北经方斗山、许家槽，千长寿木鱼山梁子口北延出测区。轴向北 10°～30°东，南端由千南北向构造的局部归并为南北轴向。为一扭转狭长之不对称背斜，以中部老张关至拣青场一带较明显，西翼 55°～70°东翼 30°～55°。南部永兴场、隆兴场一带两翼近对称。

——水文地质条件

隧道位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，根据调查和已有资料分析，此层基本不含水，主要表现为上层滞水。补给主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。排泄和地形地貌密切相关，一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。综上所述，区内地下水运动特征是以降水渗入补给为主，地下水径流途径短，以渗流方式排泄并排入地表径流。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区地下水补给、径流、排泄受大气降雨、岩性、地貌条件和区域水文网切割深度所控制。调查区下伏以砂岩和泥岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水，基岩裂隙水主要赋存于节理裂隙密集带部位、强风化岩及中等风化岩中节理裂隙发育部位。受大气降水补给、岩石完整性、裂隙发育、开启程度等制约，沿基岩裂隙及构造破碎带等向地势低凹处排泄，水量较小，但在雨季开挖时洞身可能出现滴水、漏水现象，施工过程中应做好水文及洞壁位移监测，并及时做好防、排水及洞壁支护措施。隧道建设将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，可能形成新的地下水排泄通道，在其影响范围内地下水位下降，地下水流量减小。隧道入口西侧 130m 有 6 户 19 人，使用自来水；出口东侧 140m 有 5 户 15 人，使用范围外泉水。隧道进出口高程以上均无建筑物，不影响居民用水。

——地下水环境保护措施

为了充分降低隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

(2) 水泥沟隧道

隧道位于重庆市石柱土家族自治县枫木乡团堡村，呈近西北—东南走向。隧道进口，地面标高 1483.20m，出口地面标高 1370.20m，隧道全长约 1437.2m，距王家乡直线距离 6km。隧道进、处口地貌见照片 9.6-5 与照片 9.6-6，其平面位置见图 9.6-7，隧道剖面图见 9.6-8。



照片9.6-5 水泥沟隧道进口



照片 9.6-6 水泥沟隧道出口



图9.6-7　水泥沟隧道平面图

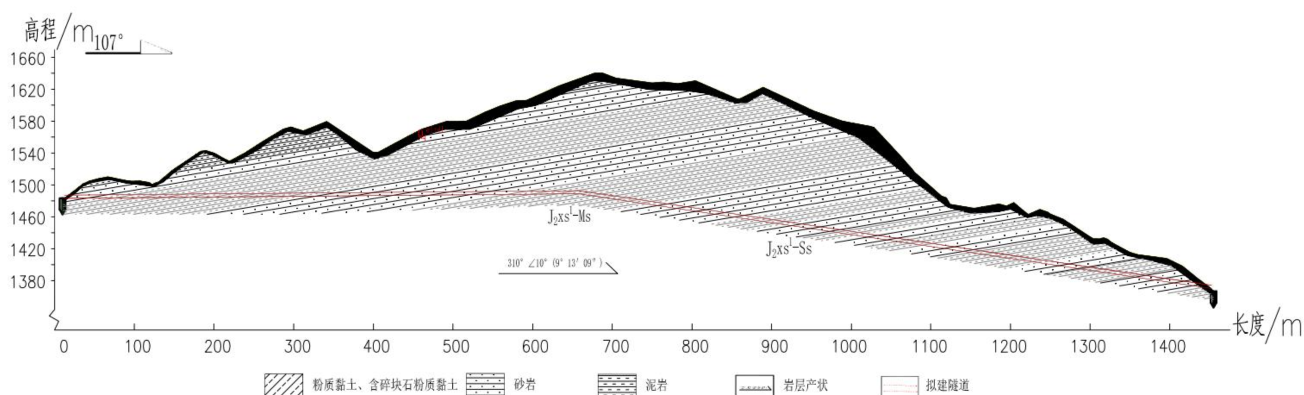


图9.6-8　水泥沟隧道剖面图

——地形地貌

隧址区为构造剥蚀～侵蚀低山～丘陵地貌区，该区低山和沟谷发育，切割深度较大，隧址区植被发育，水土保持较好。隧址区最高点高程约1630m，最低点位于出洞口，高程约1366m，相对高差264m；隧址区植被茂密，以灌木林以及黄连种植地为主。隧道进口位于陡斜坡下伏，植被覆盖严密，以柏木为主，仰坡坡度37°；出口位于水泥沟西侧，仰坡坡度37°，植被稀疏，以柏木为主。

——地层岩性

隧道区覆盖层主要为第四系全新统残坡积(Q_4^{el+dl})粉质黏土，厚度一般

1.00m～3.00m，陡坡地段相对较薄，沟谷及缓斜坡地段相对较厚，透水性差，一般不含水。下伏基岩为中生界侏罗系中统上沙溪庙组(J_2s)、下沙溪庙组(J_2xs)、新田沟组(J_2x)陆相碎屑岩。

——地质构造

隧道位于扬子准地台重庆台坳万州凹褶的箭竹溪向斜北部的东翼，地层呈单斜产出，产状 325°∠43°，地质构造较复杂，洞口附近出露砂岩呈薄中层～厚层块状，岩层倾角较大，沙纹层理、交错层理发育，局部发育节理裂隙，岩体较破碎～较完整，主要呈裂隙块状镶嵌结构，属较硬质岩～硬质岩。泥、砂岩水平层理、页理发育，层间结合力较差，为薄层状镶嵌结构，物理力学性质较差。

——水文地质条件

隧址区受风化作用的影响，埋深 5.0m～8.0m 以上，浅部强风化带网状裂隙发育，砂、泥岩多构成统一的含水体，主要赋存风化带网状裂隙水，地层的富水性较弱；埋深 5.0m～8.0m 以下，风化作用渐弱，裂隙发育程度受构造作用控制，主要赋存一般构造裂隙水，含水层为砂岩，泥岩则构成相对隔水层，地层的富水性中等。

——隧道施工对地下水的影响

根据调查与已有资料相结合参考，采用大气降水渗入法和地下水迳流模数法计算得出的隧道正常涌水量 2808.0m^3/d，最大涌水量 16848.0m^3/d。但考虑到因隧道区地下水的运移和储存受隔水岩层和构造所控制，地下水位不稳定，地下水渗透性亦存在一定差异。隧道浅埋段、隧道遇不同岩性接触带、构造破碎带时可能发生集中涌水，涌水量可能大于预测最大涌水量。因此，在施工阶段需要通过超前地质预报等手段进行更深入的勘察，对隧道涌水量及富水性分区情况进行进一步的分析和确定，施工过程中对周围地下水可能造成一定影响。在隧道进口北侧 50m～100m 有 2 户 5 人，出口南侧 150m 左右有 2 户 6 人，用水主要来自几 km 以外的泉水，因此隧道施工对附近居民用水影响不大。

——地下水环境保护措施

隧道施工过程中，由于地下水的流失，造成隧址区段及周围地区地下水位下降，可能影响周围居民的生活及生产用水。施工时应重点关注隧道

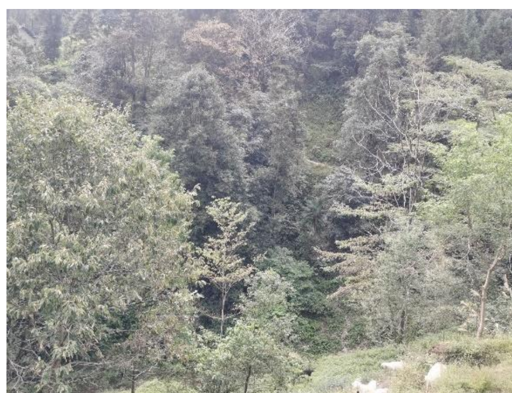
进、出口附近居民的用水状况，及时掌握隧道施工对地下水的影响范围及影响程度。建立补偿机制，预留应急费用，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的居民泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应及时进行处理补偿。

(3)　月家坡隧道

月家坡隧道位于湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市白杨坪镇太阳河乡。隧道进、出口均位于太阳河乡金峰山村，管道由西北向东南穿越，全长797.5m。隧道进、处口地貌见照片9.6-9与照片9.6-10，其平面位置见图9.6-11，隧道剖面图见9.6-12。



照片9.6-9　月家坡隧道进口



照片9.6-10　月家坡隧道出口



图9.6-11　月家坡隧道平面图

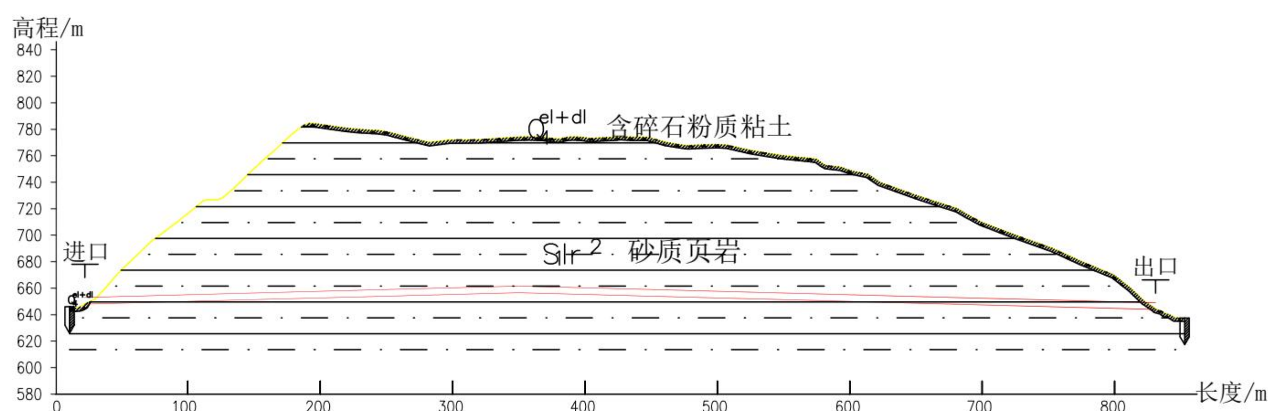


图9.6-12　月家坡隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地貌单元上属低山区，其微地貌特形态主要为缓坡、陡坡、陡壁等，海拔高程约635m～800m。以构造侵蚀为主，地形起伏较大，地形坡度多在10°～45°不等，植被较为发育，多为松木、灌木。隧道区的坡顶表部多由残坡积土体覆盖，厚度一般1.5m～2.0m左右，局部出露强风化基岩。

——地层岩性

隧址区浅表层主要为第四系全新统残坡积层，厚度一般2m～4m左右，含碎石粉质黏土，灰黄色，可塑，干强度中等，韧性中等，压缩性中等，碎石含量约占10%，粒径2cm～5cm。土石等级为Ⅲ级。下伏基岩为志留系下统罗惹坪组上段砂质页岩，由新至老可分为3层，其中基岩根据其风化程度划分为2个亚层。

——地质构造

隧址区在大地构造上属扬子准地台一个一级构造单元，涉及的次级构造单元为恩施台褶束，境内受恩施断裂、建始断裂及忠坦坪～丁坦坪断裂影响。由于新构造抬升运动和本区清江水系的剥蚀切割，隧址区的水平方向构造地应力已基本解除，残余地应力主要为山岩的自重应力。

——水文地质条件

通过调查并结合已有资料，隧址区存在第四系孔隙潜水含水层和基岩裂隙潜水含水层。前者岩性主要为含碎石粉质黏土，分布于地势低洼部位中上部，透水性、富水性弱；其补给源主要为大气降水入渗，局部受基岩裂隙水侧向补给，地下水受降雨影响明显，旱季含水量很小。基岩裂隙潜水含水层为砂质页岩，受构造影响，裂隙较发育，具有一定的透水性、富水性。特别是洞身段的断层破碎带部位，渗透性、富水性较好，主要接受大气降水入渗补给。当大气降雨降落地面后，一部分降雨以地表面流的形式向沟谷低洼处排泄；一部分则通过裸露岩土层孔隙、裂隙渗入地下，形成地下水。地下水在重力作用下，由高处向低处运动，形成地下水迳流。地下水迳流过程中，含水层被水文网切割，地下水沿基岩裂隙溢出地表转化为泉水。在开采条件下或人为改变其水动力条件下(如洞室开挖)，会引起水力条件的改变，具有水位差，地下水迳流排泄加快。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区区域水文地质条件较复杂，同时地下水的赋存量也十分丰富。因此，在隧道施工期可能发生地下水涌、突水现象等环境工程地质问题。当隧道涌水量较小时，对隧道施工及后期使用的影响不大，采取简单的排水措施即可；但当涌水量较大时，结构面间强度大大降低，隧道围岩的稳定性变差，可能造成围岩坍塌；在断层破碎带、节理裂隙密集带部位，可能会突泥、突水淹没隧道，施工期间威胁施工人员和机械的安全。参考已

有资料，根据大气降水渗入法、地下水迳流模数法计算，综合考虑得出隧道正常涌水量为 193.54m³/d～414.29m³/d，最大涌水量约为 1354.75m³/d～2900.02m³/d。在实际施工过程中应根据实际涌水情况采取适当的排水设施和衬砌形式，保证安全掘进和竣工后的正常使用。而隧道进口北侧 70m-100m 有 2 户 5 人与 1 小型养猪场，出口东北侧 110m 左右有 2 户 5 人，生活及生产用水均引自距离隧道几 km 范围外的泉水，影响较小。

——地下水环境保护措施

由于隧址区水文地质条件较为复杂，在实际施工过程中可能造成周围地下水位下降，隧洞内发生涌水等突发问题，因此，在施工阶段需要通过超前地质预报等手段进行更深入的勘察，对隧道涌水量及富水性分区情况进行进一步的分析和确定，确保人员财产安全。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的居民生活和生产用水枯竭，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

(4)　支井河 2#隧道

支井河 2#隧道位于恩施州巴东县野三关镇，其中进口位于野三关镇支井河村 5 组，出口位于野三关镇庙坪村 6 组。进口地面标高 1093.50m，出口地面标高 1103.00m。管道由西南向东北方向穿越，隧道全长约 909.77m。隧道进、处口地貌见照片 9.6-13 与照片 9.6-14，其平面位置见图 9.6-15，隧道剖面图见 9.6-16。



照片9.6-13　支井河2#隧道进口



照片9.6-14　支井河2#隧道出口

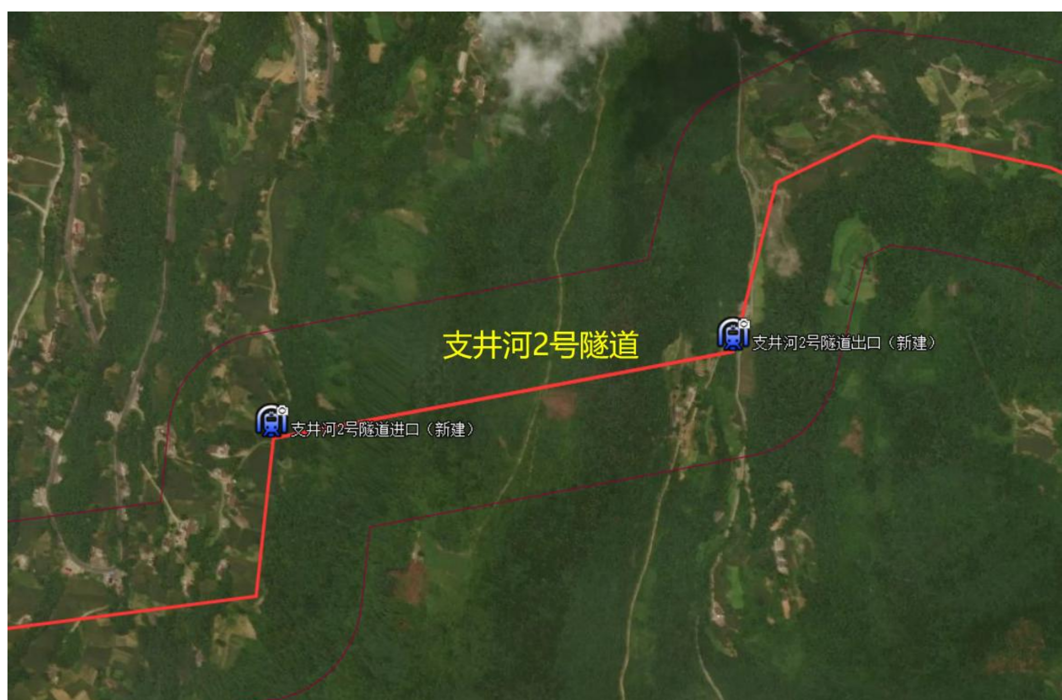


图9.6-15　支井河2#隧道平面图

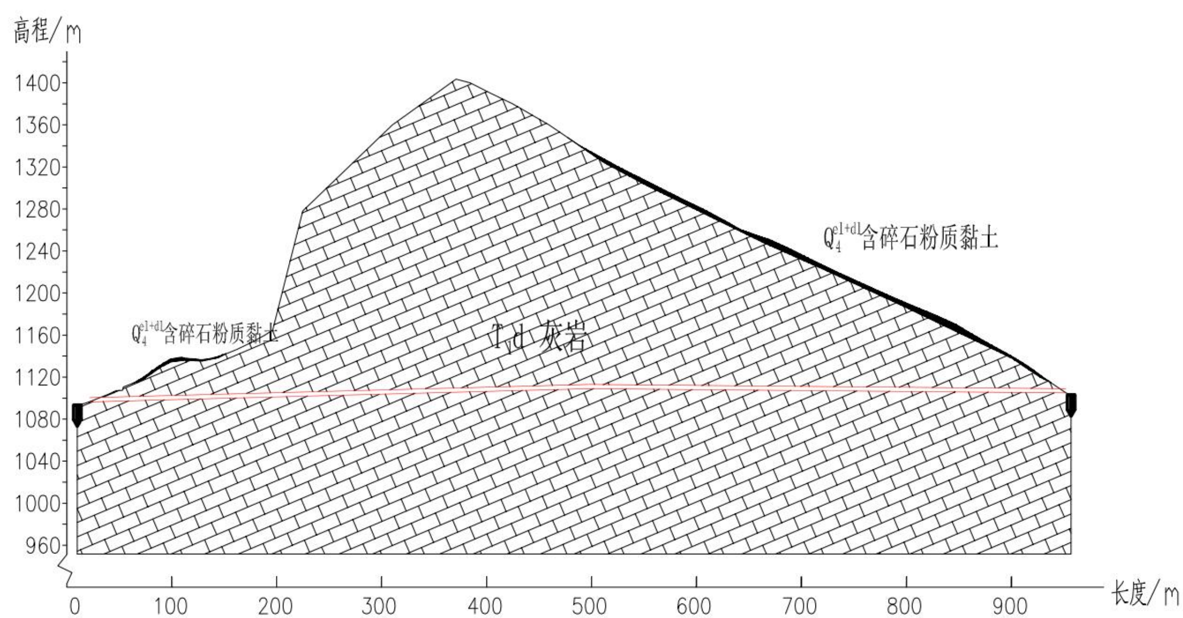


图9.6-16 支井河2#隧道剖面

——地形地貌

隧址区属构造侵蚀～溶蚀之中山～河谷地貌，山岭与槽谷纵横，槽谷、落水洞及洼地密布；隧址区最高点位于出口西南侧罐顶，高程 1456m，最低位于进口西侧支井河河底，高程 668m，相对高差达 788m，总体地势东

高西低；地形起伏大，山坡较陡，进口上方为陡崖，植被以灌木为主，槽谷及缓坡地段以耕地为主。

——地层岩性

隧址区上覆第四系残坡积物，含碎石粉质黏土，褐色、黄褐色，稍湿，可塑，局部含有碎块石，含量 30%～40%。基岩为灰色～灰黑色，薄～中厚层灰岩、白云质灰岩。溶洞发育，规模不一。

——地质构造

隧道位于野三关复式背斜主体部位-石马坝背斜的东南翼，附近发育断裂甚多，按其走向大致可分为北北东走向以及北北西走向，局部岩体破碎，节理裂隙发育。

——水文地质条件

隧址区处于野三关复式背斜主体部位-石马坝背斜的南东翼，可溶性碳酸盐岩广泛分布，地表岩溶洼地、漏斗、落水洞、竖井等垂直岩溶通道密集发育。根据已有资料，隧址区分布地层为三叠系下统嘉陵江组下段、大冶组海相沉积类碎屑岩，岩性主要为厚层、薄夹中厚层微晶～亮晶石灰岩为主，夹薄层页岩、泥灰岩与灰岩，具有相间分布的特点，隧道区范围内地下水以碳酸盐岩类岩溶水为主。地下水的动态与降雨呈同步变化，以渗入方式补给地表井、泉，水量一般较小。受风化作用的影响，埋深 20.0m 以上，浅部赋存碳酸盐岩裂隙溶隙水，浅层碳酸盐岩裂隙溶隙水富水性弱，地下水露头较少，地表泉流量均小于 1.0L/s；埋深 20.0m 以下，风化作用渐弱，但由于地下水长期作用，岩溶化程度高，溶洞、暗河发育强烈，主要赋存碳酸盐岩溶洞水，含水层为灰岩，页岩则构成相对隔水层，地层的富水性中等～强。

在隧道通过的纵断面上，由于深部含水岩组为灰岩、局部夹薄层页岩，含水灰岩被相对隔水的页岩所夹持，每层灰岩均构成一个独立的含水系统，地下水赋存于灰岩的岩溶管道中，并在构造与岩层产状的控制下，沿岩溶管道系统由东向西径流。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区岩溶发育，发育形态有岩溶洼地、岩溶漏斗、落水洞、溶洞、溶蚀裂隙等。岩溶发育极不均匀，最大的有数十米高的溶洞，小至数毫米

的溶隙和溶孔。因此在隧道掘进过程中，穿越岩溶发育地段，可能遇到大小不等的溶孔、溶洞，会产生突发性涌水、涌泥现象，根据已有资料显示，综合考虑，隧道正常涌水量为 2822m^3/d～3265.92m^3/d，最大涌水量约为 19754m^3/d～22861.44m^3/d，可能会引起周围地下水水位下降，对隧道附近的居民生活用水及生产用水造成一定影响。

——地下水环境保护措施

隧址区节理、裂隙均比较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源。施工前制定详细、可靠的隧道施工防治水方案和应急措施，确保导(充)水断裂破碎带和地下水侵蚀性较强地段堵(治)水措施的有效性。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

若隧道出现大量涌水时，首先迅速撤离坑道内作业人员，转移设备，及时排水、注浆堵水；对涌水段采用格栅钢架支护，防止冒顶，并必须做到边开挖，边进行锚喷支护和二次衬砌的施工。

(5)　云雾山 1#隧道

隧道位于重庆市合川区盐井街道，距合川站约 5.8km，距离合川区约 6.8km。隧道全长 856.9m，呈近东西走向。隧道进、处口地貌见照片 9.6-17 与照片 9.6-18，其平面位置见图 9.6-19，隧道剖面图见 9.6-20。



照片9.6-17　云雾山1#隧道进口



照片9.6-18　云雾山1#隧道出口



图9.6-19　云雾山1#隧道平面图

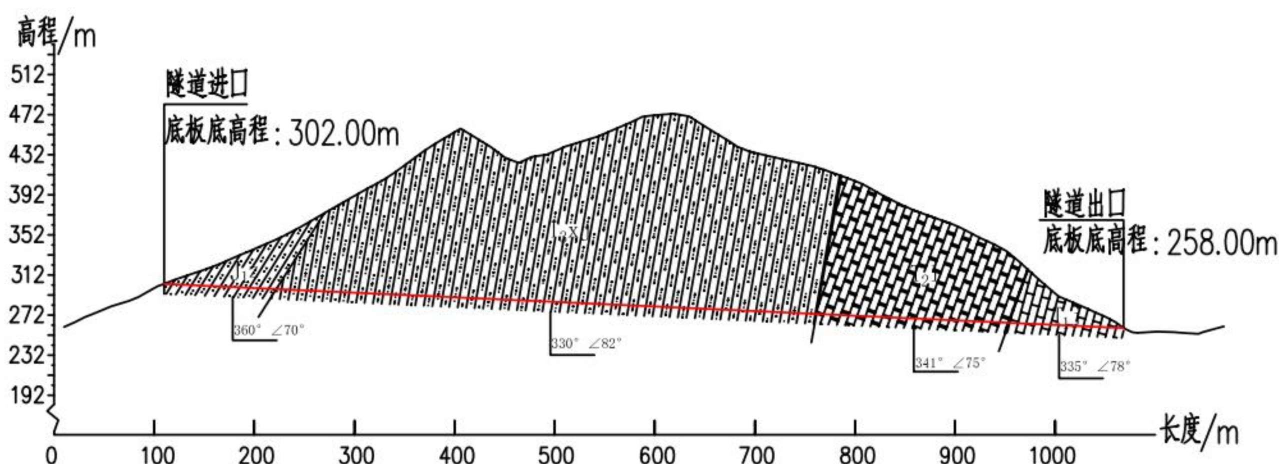


图9.6-20　云雾山1#隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地处中丘陵和川东平行岭谷的交接地带，属于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散。隧道进、出口处均为斜坡地带，穿越一山坡，进口高程约 250m，出口高程约 226m，植被茂密。

——地层岩性

根据调查，隧址区入口地层主要为第四系全新统残坡积层、侏罗系自流井组紫红色砂泥岩。出口为三叠系灰岩地层，在该区域呈条带状出露。

地表主要由粉质粘土、泥岩碎石角砾组成，碎块石含量占6%～8%，粒径一般为0.6cm～4cm，呈强～弱风化状。粉质粘土呈软塑～硬塑状，土体结构较松散，块碎石分布不均一，本层厚0.4m～9m。

——地质构造

隧址区属于四川中生代盆地中的潼南隆褶区和华蓥山隆褶带，受此影响，隧址区发育一条断层，并且隧道沿线岩体较为破碎，发育多组节理裂隙。

——水文地质条件

隧址区位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，此层基本不含水，主要表现为上层滞水。该层水主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。第四系松散层孔隙水排泄条件也和地形地貌密切相关，一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。

下伏基岩以砂岩、灰岩及页岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为砂岩及页岩，上部强风化层页岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化灰岩。大气降水是红层风化带裂隙水的主要补给来源，但降雨时空分布很极不均匀，这种补给是周期性的。一个水文年中，6-10月为地下水补给期，11月-次年4月。降雨消耗于蒸发包气带，对地下水不起补给作用，为位地下水消耗期，是水位、流量强烈消减的季节。裂隙水主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区内水文条件地质条件较复杂，受降水和地表水系影响大，隧道洞身地段为基岩裂隙水，围岩节理、裂隙较发育，隧道施工过程中，将造成地下水流场和水动力条件发生局部改变，可能会导致隧道发生大量涌水，周围水位降低。跟据已有资料，采用大气降水渗入法和地下水迳流模数法综合计算，隧道正常涌水量约为345.6m^3/d，最大涌水量约为2073.6m^3/d。

隧道进、出口附近居民均使用区域外自来水，因此隧道施工对其几乎无影响。

——地下水环境保护措施

由于隧址区掩体较为破碎，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

在隧址区存在 1 条断层破碎带，断层破碎带的岩层开挖时要加强支护，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

在隧址围岩构造节理发育处以及可能贮水的裂隙处施工时，做好地下水预探，提前割断水源，对于导水段或贮水裂隙，应进行帷幕注浆处理，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

(6)　云雾山 3#隧道

隧道位于重庆市合川区盐井街道，距合川站约 9km，距离合川区约 11km。隧道全长 1226.8m，呈近东西走向，穿越一山坡，进、出口处均为斜坡地带。隧道进、处口地貌见照片 9.6-21 与照片 9.6-22，其平面位置见图 9.6-23，隧道剖面图见 9.6-24。



照片9.6-21　云雾山3#隧道进口



照片9.6-22　云雾山3#隧道出口



图9.6-23　云雾山3#隧道平面图

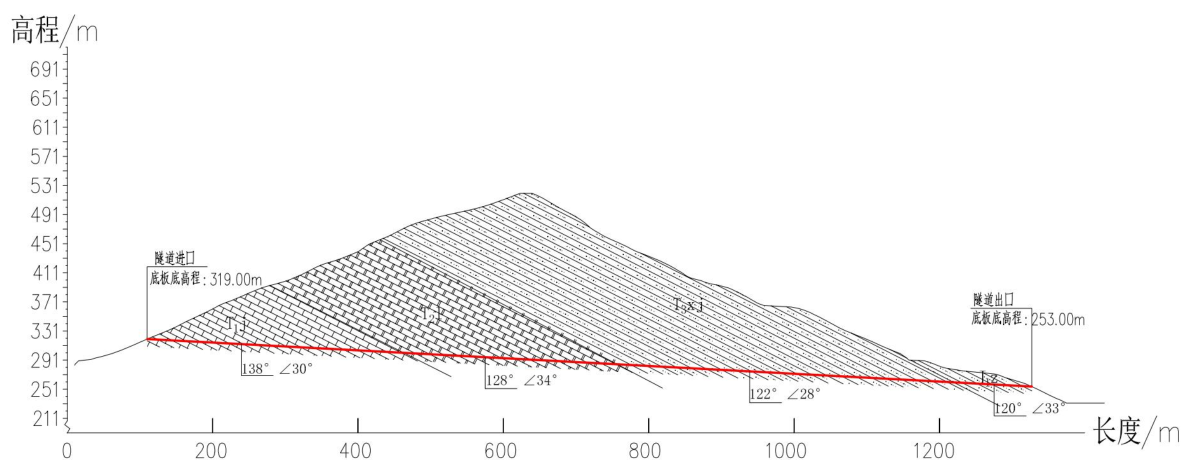


图9.6-24　云雾山3#隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地处中丘陵和川东平行岭谷的交接地带，属于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散。隧道进、出口处均为斜坡地带，穿越一山坡，整体西高东低，进口高程约302m，出口高程约268m，植被茂密。

——地层岩性

隧址区上覆第四系全新统残坡积层，灰黄色、黄褐色、杂色，主要由粉质粘土、泥岩碎石角砾组成，碎块石含量占1%～13%，粒径一般为0.1cm～8cm，呈强～弱风化状。粉质粘土呈软塑～硬塑状，土体结构较松

散，块碎石分布不均一，本层厚 0.2m～16m，主要分布于隧道表面。出露基岩以紫红色、灰黄色、黄绿色等杂色泥岩、砂质泥岩为主，夹黄灰色、浅灰色薄-中厚层状细粒石英砂岩。

——地质构造

隧址区处于四川中生代盆地中的潼南隆褶区和华蓥山隆褶带，受其影响，围岩可见节理裂隙较发育。

——水文地质条件

拟建项目场地位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，该层主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。排泄方式为一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。下伏基岩以砂岩、灰岩及页岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为砂岩及页岩，上部强风化层页岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化灰岩。裂隙水主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区内基岩节理裂隙发育，根据已有资料，采用大气降水渗入法和地下水迳流模数法综合计算出隧道正常涌水量 388.8m^3/d，最大涌水量 2332.8m^3/d。当隧道涌水量较小时，对隧道施工及后期使用的影响不大，采取简单的排水措施即可；但当涌水量较大时，会对当地地下水位产生显著影响。隧道进口下方修建铁路，上部区域有 8 户 25 人吃分水岭山泉水，泉点据隧道约 500m，出口附近居民均使用自来水，当隧道掘进至节理破碎带，发生大量涌水时可能会对导致周围地下水水位降低，但对居民的生活及生产用水影响不大。

——地下水环境保护措施

隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：当隧道附近泉水出水量受隧道施工影响时，短时间内可用罐车为居民运水作为临时生活用水。也可为居民迁入自来水。

隧址区节理、裂隙比较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透

系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源。施工前制定详细、可靠的隧道施工防治水方案和应急措施，确保导(充)水断裂破碎带和地下水侵蚀性较强地段堵(治)水措施的有效性。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

若隧道出现大量涌水时，首先迅速撤离坑道内作业人员，转移设备，及时排水、注浆堵水；对涌水段采用格栅钢架支护，防止冒顶，并必须做到边开挖，边进行锚喷支护和二次衬砌的施工。

(7) 缙云山隧道

隧道位于重庆市合川区草街街道南侧，距草街街道约 8km，距离合川区约 17km。隧道呈近东西走向，穿越一山坡，进口高程为 398m，出口高程为 353m，隧道全长 1960.7m。隧道进、处口地貌见照片 9.6-25 与照片 9.6-26，其平面位置见图 9.6-27，隧道剖面图见 9.6-28。



照片9.6-25 缙云山隧道进口



照片9.6-26 缙云山隧道出口



图9.6-27　缙云山隧道平面图

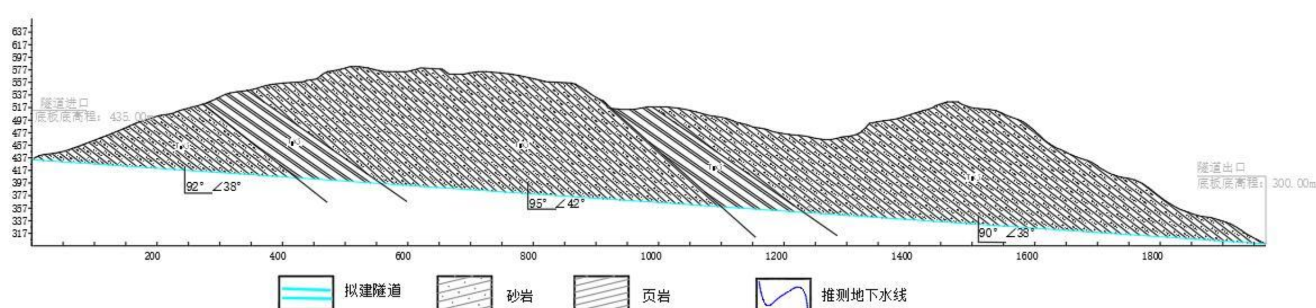


图9.6-28　缙云山隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地处中丘陵和川东平行岭谷的交接地带，进、出口地形较缓，附近有多个地表水塘，所引水源来在隧道南方约400m的废弃矿洞出水。隧址区地表植被稀疏，主要为杂草和灌木丛等。

——地层岩性

隧址区上覆第四系全新统残坡积层，灰黄色、杂色，主要由粉质粘土、泥岩碎石角砾组成，碎块石含量占3%～15%，粒径一般为0.1cm～5cm，呈强～弱风化状。粉质粘土呈软塑～硬塑状，土体结构较松散。出露基岩以黄灰色、黄褐色页岩及黄灰色粉砂质泥岩为主，夹褐灰色薄-中层状长石粉砂岩，或以深灰色、灰绿色页岩、炭质页岩为主，夹长石粉砂岩，粉砂岩层理发育，具水平层理或斜层理，纹理面多见褐黄色细纹，炭质页岩中多夹煤线，厚度在1cm～3cm之间，呈条带状或透镜状分布。

—地质构造

隧址区处于四川中生代盆地中的潼南隆褶区和华蓥山隆褶带，在进、出口处围岩表层风化较严重，未发现明显断层发育。

——水文地质条件

隧址区上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，补给主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。第四系松散层孔隙水排泄条件也和地形地貌密切相关，一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。下伏地层以砂岩、页岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为砂岩及页岩，上部强风化层页岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化灰岩。裂隙水主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

——隧道施工对地下水的影响

根据已有资料，采用大气降水渗入法计算出隧道正常涌水量为388.8m^3/d，最大涌水量2332.8m^3/d。当隧道涌水量较小时，对隧道施工及后期使用的影响不大，采取简单的排水措施即可；但当涌水量较大时，会对当地地下水位产生显著影响，隧道进口处1户2人为饮用积蓄的河沟地表水，水源矿洞引出，在200m红线范围外南部约150m。出口区域已全部接通隧道出口西部水库自来水，并饮用，同时村民20户50人也吃泉水。若是施工造成周围地下水位显著降低，总体可能对进口1户的矿洞引出的地表水造成影响。

——地下水环境保护措施

隧道施工过程中，由于地下水的流失，造成隧址区段及周围地区地下水位下降，可能影响周围居民的生活及生产用水。因此在隧道施工时应采取以下保护措施：施工时应重点关注隧道进出口及顶部的水量变化情况，及时掌握隧道施工对地下水的影响范围及影响程度。建立补偿机制，预留应急费用。若上游和矿洞泉水水量受到影响，对受影响的居民用水进行补偿。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的水源断流或泉水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附

近拉水或买矿泉水给居民供水。

(8) 马家沟隧道

马家沟隧道位于重庆市合川区清平镇，距清平站约 1.7km，距离合川区约 26km。隧道全长 654.1m，呈近南北走向，进口处高程为 398m，出口处高程为 433m。隧道进、处口地貌见照片 9.6-29 与照片 9.6-30，其平面位置见图 9.6-31，隧道剖面图见 9.6-32。



照片9.6-29 马家沟隧道进口



照片9.6-30 马家沟隧道出口

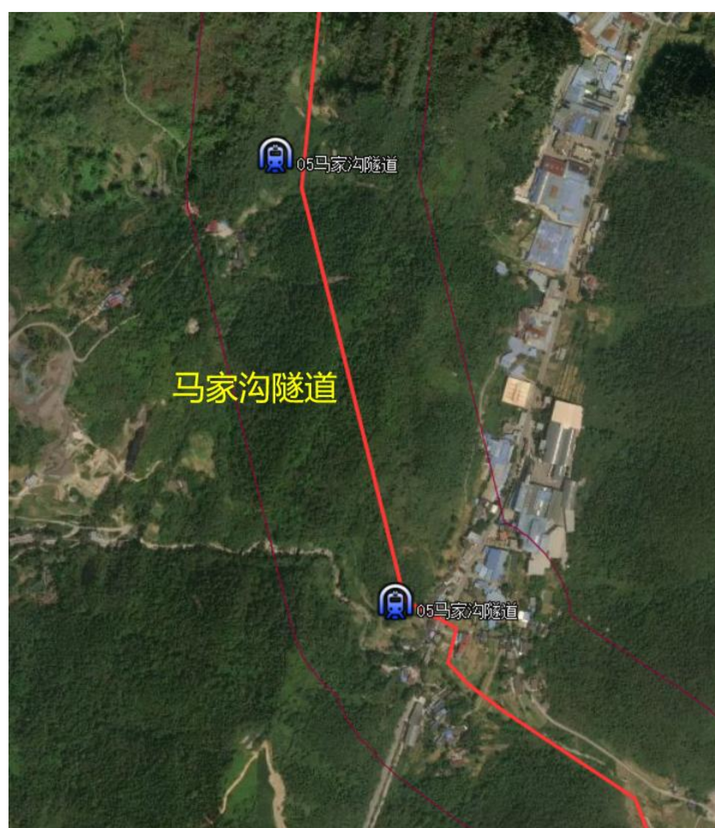


图9.6-31 马家沟隧道平面图

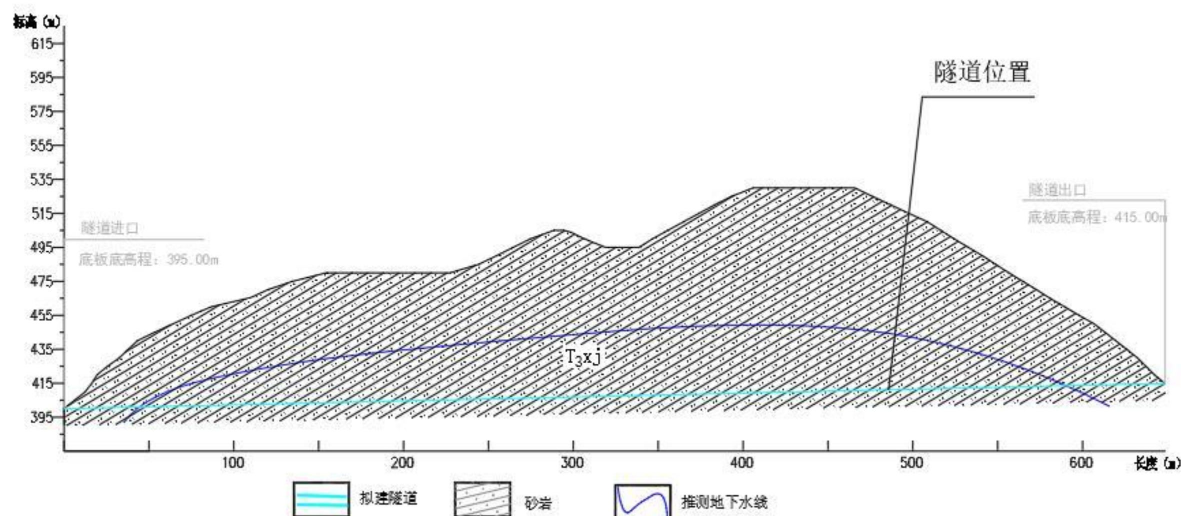


图9.6-32　马家沟隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地处中丘陵和川东平行岭谷的交接地带，隧道进、出口均位于斜坡处，坡度约为31°～47°，全区植被茂密，出口处临近居民聚集区。

——地层岩性

隧址区上覆第四系全新统残坡积层，黄褐色，主要由粉质粘土、泥岩碎石角砾组成，碎块石含量占8%～17%，呈强～弱风化状。粉质粘土呈软塑～硬塑状，土体结构较松散，块碎石分布不均一，本层厚0.2m～21m。出露基岩为浅灰色、灰黄色中厚层块状细-中粒岩屑长石砂岩，具有板状交错层理、槽状交错层理、斜层理构造。底部砂岩中沿纹理面见有深灰色、灰黑色炭质细纹，针状发育，延伸1cm～2cm之间，中上部砂岩中局部夹厚浅灰色、黄灰色粉砂岩。

——地质构造

隧址区处于四川中生代盆地中的潼南隆褶区和华蓥山隆褶带，经过调查，隧址区发育1条断层，隧道沿线岩体主要发育多组节理裂隙。

——水文地质条件

隧址区位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，该层水主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降

雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。排泄条件也和地形地貌密切相关，一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。下伏基岩以砂岩、页岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为砂岩及页岩，上部强风化层页岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化灰岩。主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区地下水补给、径流、排泄受大气降雨、岩性、地貌条件和区域水文网切割深度所控制。基岩裂隙水主要赋存于节理裂隙密集带部位、强风化岩及中等风化岩中节理裂隙发育部位。受大气降水补给、岩石完整性、裂隙发育、开启程度等制约，沿基岩裂隙及构造破碎带等向地势低凹处排泄，水量较小，但在雨季开挖时洞身可能出现滴水、漏水现象，施工过程中应做好水文及洞壁位移监测，并及时做好防、排水及洞壁支护措施。隧道建设将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，可能形成新的地下水排泄通道，根据已有资料，采用大气降水渗入法和地下水迳流模数法综合计算，隧道正常涌水量 324.0m^3/d，最大涌水量 1944m^3/d。隧道进口 40 户 350 人使用原矿洞涌水，施工可能会造成周围地下水水位降低，使该水源较小或断流。

——地下水环境保护措施

为了充分利用水资源，不因隧道建设浪费大量水资源，根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：隧道进出口节理裂隙发育，岩体较破碎，地下水的存在对隧道围岩稳定性不利，设计施工应采取有效的防、排水措施。洞口施工前，应采取削坡护坡防护、去除危岩、灌浆处理等坡体坡面清理工作，可进行明洞支护开挖，同时对沟内流水的合理疏导设计；洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，对于洞身涌水量大、涌水点多、分散，排泄通道不明显的地段，按照“以疏为主、堵排结合、因地制宜、综合治理”的原则，分别以“疏导、堵填、注浆加固、跨越、绕避、渲泄”等措施进行处理，以便设置完整通

畅的防、排水措施。

(9) 中梁山 2#隧道

隧道位于重庆市北碚区柳荫镇西侧，距柳荫镇约 2km，距离北碚区约 25km。隧道全长 2300.4m，呈近东西走向，穿越一山坡，进口高程约 665m，出口高程约 505m。隧道进、处口地貌见照片 9.6-33 与照片 9.6-34，其平面位置见图 9.6-35，隧道剖面图见 9.6-36。



照片9.6-33 中梁山2#隧道进口



照片 9.6-34 中梁山2#隧道出口



图9.6-35 中梁山2#隧道平面图

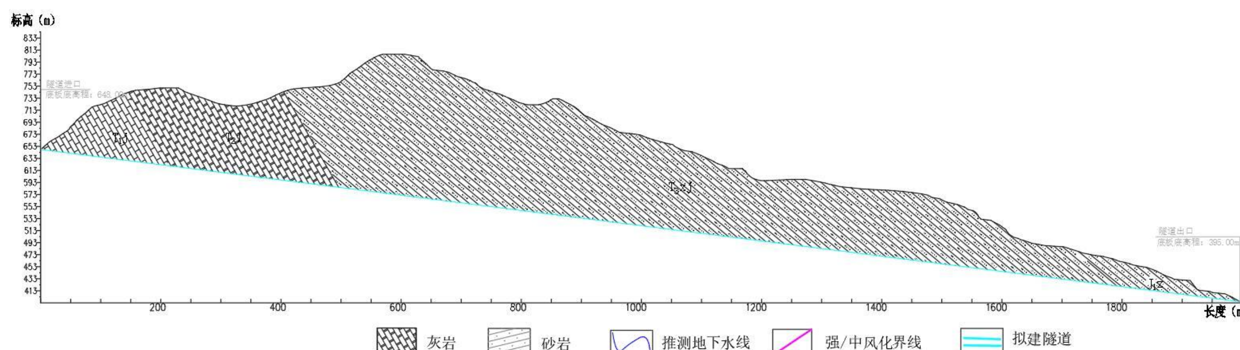


图9.6-36 中梁山2#隧道剖面图

——地形地貌

隧道位于北碚区，地貌受到地质构造格架控制，背斜成山，向斜成谷，为独具特色的狭长条形低山与丘陵相间的平行岭谷景观。隧道进、处口均位于斜坡地带，坡度约 20-30°，全区植被茂密。

——地层岩性

隧址区上覆第四系全新统残坡积层。基岩出露以紫红色、灰黄色、黄绿色等杂色泥岩、砂质泥岩为主，夹黄灰色、浅灰色薄-中厚层状细粒石英砂岩，中下部多表现为泥岩夹薄层状砂岩，或为泥岩与薄层状砂岩的互层，上部为泥岩夹中厚层状砂岩，砂岩表面多见铁质。

——地质构造

隧址区位于羌塘-扬子-华南板块(Ⅰ级构造单元)之扬子陆块(Ⅱ级构造单元)四川中生代盆地(Ⅲ级构造单元)之华蓥山隆褶带(Ⅳ级构造单元)，隧道区内未发现明显断层，节理裂隙较发育，围岩表面风化程度较为严重。

——水文地质条件

隧址区位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的黏土层，其结构松散，渗透性较弱，厚度相对较薄，该层水主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。下伏基岩以砂岩、灰岩及页岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为砂岩及页岩，上部强风化层页岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化灰岩。区内地下水运动特征是，以降水渗入补给为主，地下水

径流途径短，以渗流方式排泄并排入地表径流。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区地下水补给、径流、排泄受大气降雨、岩性、地貌条件和区域水文网切割深度所控制。基岩裂隙水主要赋存于节理裂隙密集带部位、强风化岩及中等风化岩中节理裂隙发育部位。受大气降水补给、岩石完整性、裂隙发育、开启程度等制约，沿基岩裂隙及构造破碎带等向地势低凹处排泄。由于岩层透水性中等，富水性中等，可能造成围岩坍塌，施工期间威胁施工人员和机械的安全，管线运营期间会对其造成冲蚀、掩埋等危险。因此，根据涌水情况采取适当的排水设施和衬砌形式，保证安全掘进和竣工后的正常使用。隧道建设将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，可能形成新的地下水排泄通道，在其影响范围内地下水位下降，地下水流量减小。根据已有资料，采用大气降雨入渗法计算得出，隧道的正常涌水量为538.0m^3/d，最大涌水量为3233.94m^3/d。隧道附近居民均使用地表自来水，施工对居民的用水影响不大。

——地下水环境保护措施

为了减小隧道施工对地下水影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：施工前，制定详细、可靠的隧道施工防治水方案和应急措施，确保隧道施工对居民用水的影响减少到最低程度。设计施工应采取有效的防、排水措施；进出口清理残坡积含碎石粉质粘土或进行明洞支护开挖，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等合理适宜的支护措施，按“以堵为主、控制排放，因地制宜，综合治理”相结合的原则，设置完整通畅的防、排水措施。

若由于隧道施工引起大量涌水，影响隧道进出口居民用水，甚至导致溪流断流，施工前，要有可靠的替代方案，保证居民饮用水得到及时有效的供给。应急时，可以用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。施工及运行期间，对隧道进、出口附近的溪水进行监测，及时了解隧道建设对地下水及当地居民用水的影响程度。

(10) 方斗山隧道

拟建方斗山隧道位于重庆市石柱县，由东往西横穿方斗山脉中段。进洞口段位于石柱县王场镇蛟鱼村白岩组谭家垭口东南侧斜坡上，与省道

S403 相连；出口位于石柱县鱼池镇团结村金花组上后槽槽谷内，与县道 X109 相连。洞身最大高程可达 1283.00m，隧道最大埋深约 410.00m。隧道进、出口段及洞身段均有乡级公路、县道 X109 与省道 S403、高速 G69 相互连通，距石柱县县城约 57.0km，距忠县县城 36.0km，交通较为便利。隧道进、处口地貌见照片 9.6-37 与照片 9.6-38，其平面位置见图 9.6-39，隧道剖面图见 9.6-40。



照片9.6-37　方斗山隧道入口



照片9.6-38　方斗山隧道出口

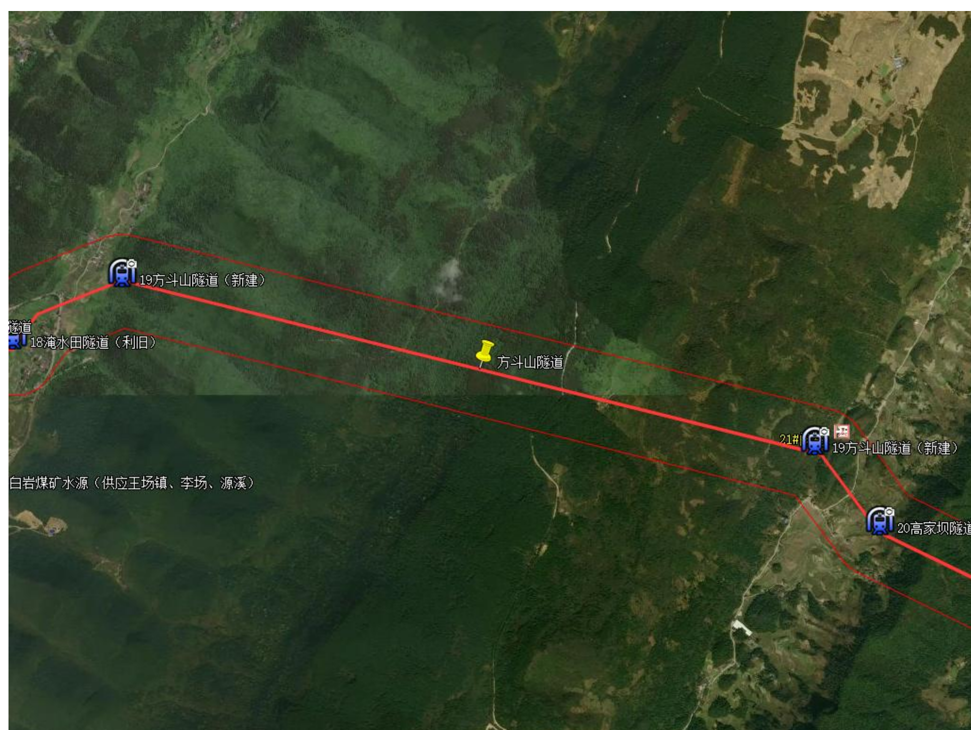


图 9.6-39　方斗山隧道平面图

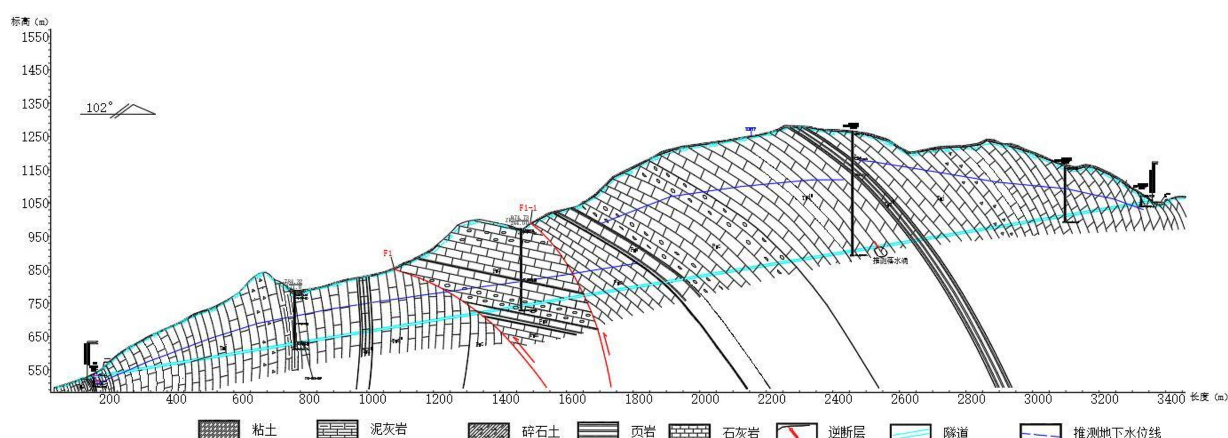


图 9.6-40　方斗山隧道剖面图

——地形地貌

隧址区区位于四川盆地东缘，隧道由西向东穿越方斗山山脉中段，山脉走向呈北东～南西，其走向与构造线走向基本一致，山脉全长愈 140km，山体一般宽 4km～6km，山脊高程一般 1600m～1650m，方斗山主峰高程 1680.30m，属条形中山，具构造剥蚀～溶蚀地貌特点。方斗山山脊一带为川东平行岭谷地形地貌特征，两侧平行山脉走向发育有长达数千米～数十千米的长条形溶蚀槽谷地貌，其高程从 500m～1550m 不等，槽谷底部平缓开阔，呈串珠状分布有溶蚀洼地、落水洞、竖井等岩溶形态和景观。山体两侧坡脚地形破碎，坡麓自然斜坡陡峻，坡角达 25°～45°，常为地下水的集中排泄和地表冲沟源头。

——地质构造

方斗山隧道隧址区位于杨子准地台重庆台坳重庆陷褶束万州凹褶束的方斗山背斜构造带，方斗山背斜东部为石柱向斜，西侧则与丰都—忠县向斜相邻，区域构造具有背斜陡急，向斜宽缓的“隔挡式构造”特征，方斗山隧道即以大角度横穿该背斜。区内构造以褶皱为主，断裂较少，仅在背斜轴部附近发育两条高角度的走向逆断层。主要断裂与褶皱为同期形成，发育在应力集中的背斜核部或近核部。方斗山隧道正好穿越上述方斗山背斜构造。

——地层岩性

隧址区地层分区属四川盆地分区万州小区，出露的地层主要为二叠系

下统茅口组(P_1m)～三叠系中统上巴东组(T_2b)的一套浅海相、内陆河湖相的碳酸盐岩和碎屑岩系地层，而区内第四系不发育，残坡积层沿隧道轴线有一定的分布，范围较小，在溶蚀槽谷地带厚度相对较大，且集中。崩坡积层主要分布于方斗山两侧斜坡及坡脚一带，而冲洪积层则集中分布于隧道附近的沟谷中。

——水文地质条件

根据第四系分布区与基岩分布区地下的赋存条件、水力特征。方斗山隧道隧址区主要分为两类地下水类型：

①松散岩类孔隙水

由于线路沿线低山丘陵地形条件限制，径流距离相对较短、汇水面积小、地形坡降大、绝对补给贫乏，无良好地下水贮存条件，仅零星分布于山体相对低凹、地表松散层稍厚部位。

含水层岩性主要为第四系残坡积粉质粘土含碎石，地下水具有自由潜水水面，一般不具承压性质，呈孔隙潜水分布，赋水量视含水层的成因和颗粒组成而异，水量较小，水量随季节变化比较大，主要为HCO_3-Ca-D 型水或HCO_3-Ca.Na-D 型水，是少数溪流的水源。对隧道工程影响一般较小。

②基岩裂缝水

主要指砂岩构造裂缝含水层，广泛分布于本区，是多数溪流的水源地。地下水水位不定，该类地下水水量一般较小，仅在局部风化节理裂隙发育地带可形成富水，对隧道工程产生较大影响。

地下水位的变化主要受大气降雨控制。

——隧道施工对地下水的影响

根据搜集到的资料表明，隧道工程的建设不可避免的会破坏原有生态平衡，引起上部水体及地下水的漏失。该区域水源整体形势较为严峻，白岩煤矿开采和川气东送一线方斗山隧道的修建已经引起了上部水体漏失、岩溶塌陷、井泉点干枯等环境地质问题。

据调查访问，隧址区附近居民生活用水部分来源为表层岩溶水出露地表的泉点，生产用水主要来源于岩溶洼内积水(地表水)和季节性溪沟。方斗山隧道入口左侧约 130m，6 户 25 人，饮用白岩煤矿隧道水。方斗山隧道出口右侧约 230m，30 户 100 人，饮用远处山泉水。隧道开挖可能造成

泉点、水井、水塘、溪沟的水量减少，连续干旱一段时间以后可能造成生产生活用水困难，对当地人民生活造成影响。故该隧道的修建可能加剧这一影响，加强隧址区环境地质问题综合防治应值得高度重视。

——地下水环境保护措施

为了充分降低隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

（11） 铜锣山隧道

铜锣山隧道位于重庆市渝北区茨竹镇南侧，距茨竹镇 15km 处，距离渝北区约 25km。隧道总长 2297.7m，隧道呈近东西走向，为越岭隧道，进口(西侧)位于斜坡中部，北侧、西侧均为斜坡地带；出口(东侧)位于斜坡中下部，有乡村道路可以到达。隧道进、处口地貌见照片 9.6-41 与照片 9.6-42，其平面位置见图 9.6-43，隧道剖面图见 9.6-44。



照片9.6-41　铜锣山隧道入口



照片9.6-42　铜锣山隧道出口



图9.6-43　铜锣山隧道平面图

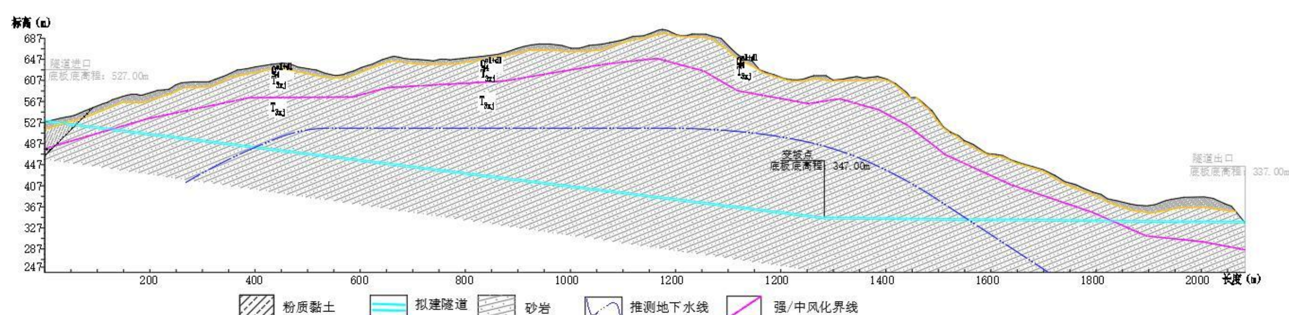


图9.6-44　铜锣山隧道剖面图

——地形地貌

渝北区地处华蓥山主峰以南的巴渝平行岭谷地带，地势从西北向东南缓缓倾斜。自西向东由华蓥山脉、铜锣山脉、明月山脉三条西北至东南走向的条状山脉与宽谷丘陵交互组成的平行岭谷。北部为中山，海拔800m-1460m；中部为低山，海拔450m-800m；南部多浅丘，海拔155m-450m。地质属沉积岩广泛发育区，地质形态为华蓥山帚状褶皱束和宣汉-重庆平行褶皱束，褶皱带呈北北东向展布，狭长而不对称，褶皱紧密，向斜宽，背斜窄，断裂少。地貌多呈垄岗状，山体雄厚，长岭岗、馒头山、桌状山错落于岭谷间，地势起伏较大。喀斯特地貌分布较广，谷坡河岸多溶洞。

——地质构造

参照《重庆市区域地质志》划分结果，属于同一个Ⅳ级构造单元，位于扬子陆块区(Ⅰ级)之四川中生代盆地(Ⅱ级)中，Ⅲ级构造单元四川中生代盆地(Ⅳ-4-2)之Ⅳ级华蓥山隆褶带(Ⅳ-4-2-2)。

区域上属于铜锣峡背斜：南起重庆铜锣峡长江南岸，北经温塘峡邻水孔家山，于金塘梁子北延出测区。轴向北 20°-35°东，但北段轴线为北 50°—30°—40°东，呈向西弯突之弧形，长约 92km。轴部缓，翼部陡，组成不对称之箱状褶曲，一般为东翼陡，西翼缓。本勘察区主要位于西翼接近核部地带。

——地层岩性

根据地面调查和及搜集有关区域地质资料，勘察区出露的主要地层由新至老分别为：第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})、侏罗系下统珍珠冲组(J_1z)和三叠系上统须家河组(T_3xj)。第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})为紫红色，主要由粉质粘土组成，硬可塑，切面光滑，韧性中等，干强度中等，无摇振反应；在区内广泛分布于隧道表层，一般厚度 5cm～8cm。侏罗系下统珍珠冲组(J_1z)以紫红色、灰黄色、黄绿色等杂色泥岩、砂质泥岩为主，夹黄灰色、浅灰色薄-中厚层状细粒石英砂岩，中下部多表现为泥岩夹薄层状砂岩，或为泥岩与薄层状砂岩的互层，上部为泥岩夹中厚层状砂岩，砂岩表面多见铁质。三叠系上统须家河组(T_3xj)为黄灰色、黄褐色页岩及黄灰色粉砂质泥岩为主，夹褐灰色薄-中层状长石粉砂岩，或以深灰色、灰绿色页岩、炭质页岩为主，夹长石粉砂岩，粉砂岩层理发育，具水平层理或斜层理，纹理面多见褐黄色细纹，炭质页岩中多夹煤线，厚度在 1-3cm 之间，呈条带状或透镜状分布。

——水文地质条件

根据地层的组合特征和不同地层的含水性，结合裂隙发育程度，地质调查，综合分析对拟建项目出露的地层含水性论述如下：

第四系残坡层的含水性和上层滞水的径流排条件为拟建项目场地位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的粉质黏土层，呈硬可塑状，渗透性较弱，厚度相对较薄，根据调查发现，此层基本不含水，主要表现为上层滞水。补给条件：水平展布与整个调查区，该层水主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。

区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。排泄条件：第四系松散层孔隙水排泄条件也和地形地貌密切相关，一部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄。

下伏基岩的含水性和基岩裂隙水的径流排条件是调查区地层以粉砂质泥岩夹砂岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为强风化泥岩和局部中风化泥岩，上部强风化层泥岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化粉砂质泥岩。

大气降水是红层风化带裂隙水的主要补给来源，但降雨时空分布很极不均匀，这种补给是周期性的。一个水文年中，6-10 月为地下水补给期，11 月-次年 4 月。降雨消耗于蒸发包气带，对地下水不起补给作用，为地下水消耗期，是水位、流量强烈消减的季节。裂隙水主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

综上所述，区内地下水运动特征是，以降水渗入补给为主，地下水径流途径短，以渗流方式排泄并排入地表径流。

——隧道施工对地下水的影响

结合区域地质和水文地质资料和隧址区 1：10000 水文地质调查，区内以基岩裂隙水和碳酸盐岩类岩溶水为主。受风化裂隙影响，此段含水层分为强风化泥岩和局部中风化泥岩，上部强风化层泥岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化粉砂质泥岩。隧道施工过程中，将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，形成新的地下水排泄通道，造成隧道范围内地下水位下降，地下水流量减小。铜锣山隧道入口附件有 3 户 10 人饮用远处山泉水，铜锣山隧道出口，距离左侧西新村集中水源 350m。集中供水点供西新村 9 组 120 人。隧道施工可能会影响到附近居民用水安全，应提前做好预案，保障居民用水安全。

隧址区内水文条件地质条件较复杂，受降水和地表水系影响大，隧道施工设计、施工时应做好超前探测检查。

——地下水环境保护措施

为了充分降低隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

（12） 放牛坪隧道

放牛坪隧道位于重庆市渝北区茨竹镇南侧，距茨竹镇 7km 处，距离渝北区约 23km。隧道总长 2437.1m，隧道呈近东西走向，为越岭隧道，进口(西侧)位于山坡中部，北侧、西侧均为斜坡地带；出口(东侧)位于斜坡地形中部，有乡村道路可以到达。隧道进、处口地貌见照片 9.6-45 与照片 9.6-46，其平面位置见图 9.6-47，隧道剖面图见 9.6-48。



照片9.6-45　放牛坪隧道入口



照片9.6-46　放牛坪隧道出口

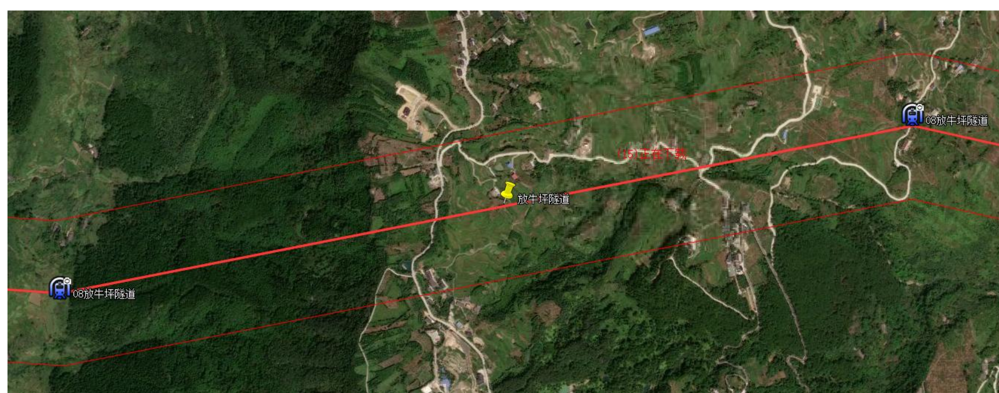


图9.6-47　放牛坪隧道平面图

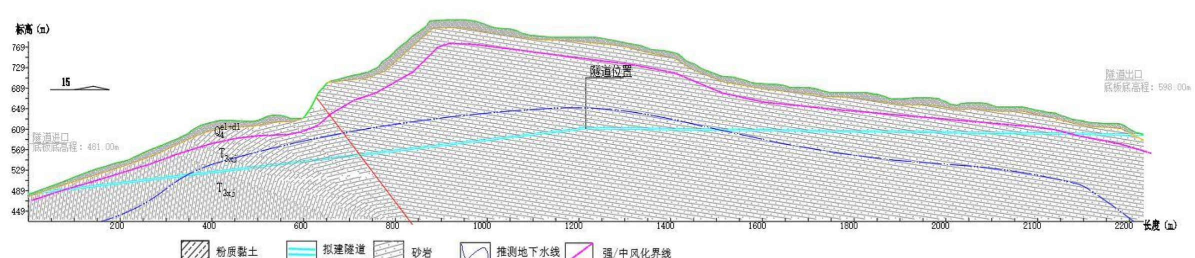


图9.6-48　放牛坪隧道剖面图

——地形地貌

渝北区地处华蓥山主峰以南的巴渝平行岭谷地带，地势从西北向东南缓缓倾斜。自西向东由华蓥山脉、铜锣山脉、明月山脉三条西北至东南走向的条状山脉与宽谷丘陵交互组成的平行岭谷。北部为中山，海拔 703m-1460m；中部为低山，海拔 420m-900m；南部多浅丘，海拔 155-450m。地质属沉积岩广泛发育区，地质形态为华蓥山帚状褶皱束和宣汉-重庆平行褶皱束，褶皱带呈北北东向展布，狭长而不对称，褶皱紧密，向斜宽，背斜窄，断裂少。地貌多呈垄岗状，山体雄厚，长岭岗、馒头山、桌状山错落于岭谷间，地势起伏较大。喀斯特地貌分布较广，谷坡河岸多溶洞。

——地质构造

参照《重庆市区域地质志》划分结果，属于同一个Ⅳ级构造单元，位于扬子陆块区(Ⅰ级)之四川中生代盆地(Ⅱ级)中，Ⅲ级构造单元四川中生代盆地(Ⅳ-4-2)之Ⅳ级华蓥山隆褶带(Ⅳ-4-2-2)。

区域上属于龙王洞背斜：北起江北大田坎，南经八字岩、龙王场、千重庆马王场以东倾没，长约 63km。轴线呈北 50°—30° 东“S”形延伸，

轴部地层由北向南渐新，从须家河组到新田沟组，高点位于野旱坪。为不对称，两路口以南两翼基本对称，倾角 15°-25°；两路口以北西翼 40°-74°，在八字岩和石砚槽以西有的岩层倒转，东翼 20°-42°两翼极不对称。本勘察区位于龙王洞背斜最西侧分支核部。

——地层岩性

根据地面调查和及搜集有关区域地质资料，勘察区出露的主要地层由新至老分别为：第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})、侏罗系下统珍珠冲组(J_1z)、3)三叠系上统须家河组(T_3xj)。第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})为紫红色，主要由粉质粘土组成，硬可塑，切面光滑，韧性中等，干强度中等，无摇振反应；在区内广泛分布于隧道表层，一般厚度 5cm～8cm。侏罗系下统珍珠冲组(J_1z)以紫红色、灰黄色、黄绿色等杂色泥岩、砂质泥岩为主，夹黄灰色、浅灰色薄-中厚层状细粒石英砂岩，中下部多表现为泥岩夹薄层状砂岩，或为泥岩与薄层状砂岩的互层，上部为泥岩夹中厚层状砂岩，砂岩表面多见铁质。三叠系上统须家河组(T_3xj)以黄灰色、黄褐色页岩及黄灰色粉砂质泥岩为主，夹褐灰色薄-中层状长石粉砂岩，或以深灰色、灰绿色页岩、炭质页岩为主，夹长石粉砂岩，粉砂岩层理发育，具水平层理或斜层理，纹理面多见褐黄色细纹，炭质页岩中多夹煤线，厚度在 1cm-3cm 之间，呈条带状或透镜状分布。

——水文地质条件

根据地层的组合特征和不同地层的含水性，结合裂隙发育程度，地质调查，钻探揭露和试验资料综合分析对拟建项目出露的地层含水性论述如下：

①第四系残坡层的含水性和上层滞水的径流排条件

拟建项目场地位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的粉质黏土层，呈硬可塑状，渗透性较弱，厚度相对较薄，根据钻探和调查发现，此层基本不含水，主要表现为上层滞水。

补给条件：水平展布与整个调查区，该层水主要受大气降雨影响，沿地层孔隙径流，大气降雨是区内地下水的主要补给来源。区内降雨较充沛，但降雨比较集中，年内分配很不均匀，这种补给是周期性的。

排泄条件：第四系松散层孔隙水排泄条件也和地形地貌密切相关，一

部分垂向补给下层基岩风化裂隙水，一部分以蒸发方式排泄，一部分在地势低点排泄

②下伏基岩的含水性和基岩裂隙水的径流排条件

调查区地层以粉砂质泥岩夹砂岩地层为代表，地下水类型为基岩裂隙水。受风化裂隙影响，此段含水层分为强风化泥岩和局部中风化泥岩，上部强风化层泥岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化粉砂质泥岩。

大气降水是红层风化带裂隙水的主要补给来源，但降雨时空分布很极不均匀，这种补给是周期性的。一个水文年中，6-10 月为地下水补给期，11 月-次年 4 月。降雨消耗于蒸发包气带，对地下水不起补给作用，为地下水消耗期，是水位、流量强烈消减的季节。裂隙水主要接受降水和第四系孔隙水的补给，多以隐伏方式向地形低点、沟谷排泄。

综上所述，区内地下水运动特征是，以降水渗入补给为主，地下水径流途径短，以渗流方式排泄并排入地表径流。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区属亚热带湿润气候区，年平均降雨量 1100mm。区内未见井、泉等地下水露头，隧道进出口未见常年流水，据调查访问，溪沟主要由大气降雨补给，动态变化明显受大气降雨影响。结合区域地质和水文地质资料和隧址区 1：10000 水文地质调查，区内以基岩裂隙水为主。受风化裂隙影响，此段含水层分为强风化泥岩和局部中风化泥岩，上部强风化层泥岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化粉砂质泥岩。隧道施工过程中，将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，形成新的地下水排泄通道，造成隧道范围内地下水位下降，地下水流量减小。放牛坪隧道入口，右侧 7 户 35 人，饮用放牛坪山泉水。放牛坪隧道出口，左侧 4 户 20 人，饮用放牛坪山泉水。隧道施工可能会影响到附近居民用水安全，应提前做好预案，保障居民用水安全。

隧址区内水文条件地质条件较复杂，受降水和地表水系影响大，隧道施工设计、施工时应做好超前探测检查。

——地下水环境保护措施

为了充分降低隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

(13) 梅家坡隧道

梅家坡隧道位于重庆市渝北区茨竹镇南侧，距茨竹镇 3km 处，距离渝北区约 22km。隧道总长 886.5m，隧道呈近东西走向，为越岭隧道，进口(西侧)位于沟道中，北侧、西侧均为斜坡地带；出口(东侧)位于凹陷负地形中。隧道进、处口地貌见照片 9.6-49 与照片 9.6-50，其平面位置见图 9.6-51，隧道剖面图见 9.6-52。



照片9.6-49 梅家坡隧道入口



照片9.6-50 梅家坡隧道出口

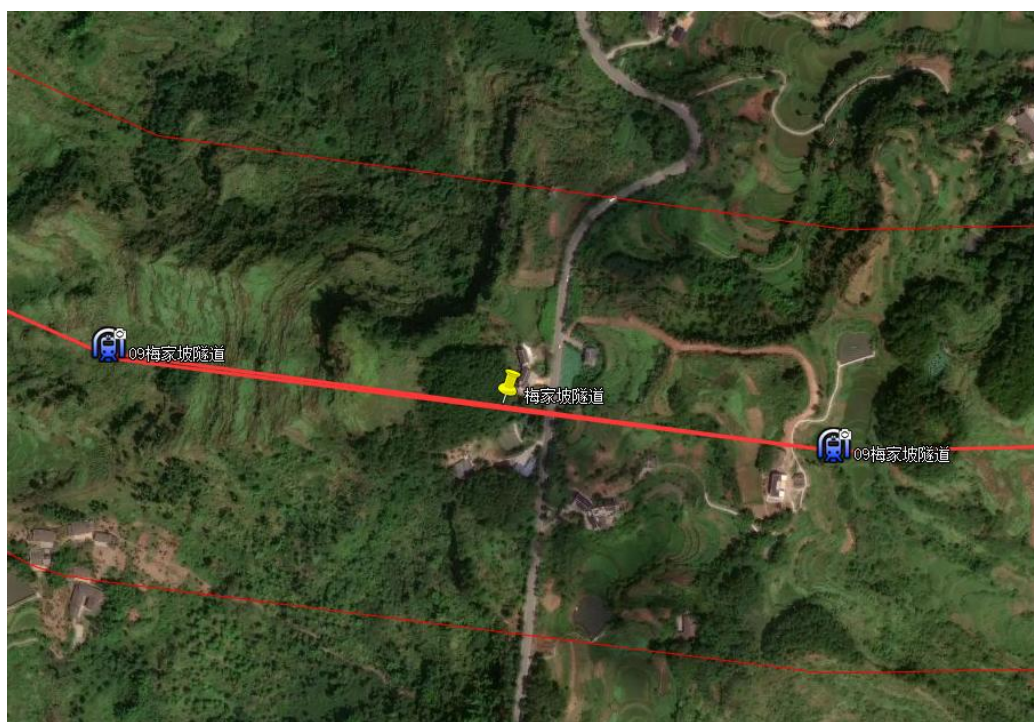


图9.6-51　梅家坡隧道平面图

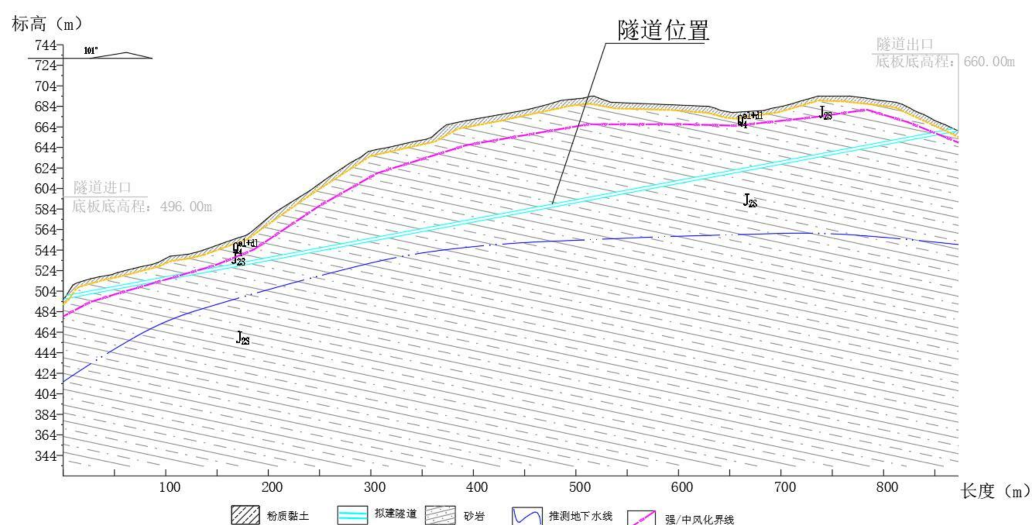


图9.6-52　梅家坡隧道剖面图

——地形地貌

渝北区地处华蓥山主峰以南的巴渝平行岭谷地带，地势从西北向东南缓缓倾斜。自西向东由华蓥山脉、铜锣山脉、明月山脉三条西北至东南走向的条状山脉与宽谷丘陵交互组成的平行岭谷。

——地质构造

区域上属于重庆-沙坪向斜：轴向北 20°—30°东，二向斜在普石口呈高鞍相接。轴部上沙溪庙组。沙坪向斜的南端，加庆向斜的北端急剧变窄，褶皱咬紧密东翼出露地层较老，倾角陡，西翼地层新，倾角缓。重庆向斜向南较开阔。沙坪向斜北倾伏端西翼上沙溪庙组中，发育了北东向新房子和汝成寨鼻状背斜。

——地层岩性

根据地面调查和及搜集有关区域地质资料，勘察区出露的主要地层由新至老分别为：第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})、侏罗系中统上沙溪庙组(J_2s)。

第四系全新统残坡积层为紫红色，主要由粉质粘土组成，硬可塑，切面光滑，韧性中等，干强度中等，无摇振反应；在区内广泛分布于隧道表层，一般厚度 2cm～8cm。侏罗系中统上沙溪庙组(J_2s)为紫红色、灰色等，岩性主要为粉砂质泥岩夹砂岩，砂岩间断不均匀出现，出现一般长度为 30cm-50cm 不等；泥质结构，中厚层构造，节理裂隙一般发育，岩芯呈短柱状-柱状，一般节长 15cm-25cm，局部段 50cm。

——水文地质条件

根据地层的组合特征和不同地层的含水性，结合裂隙发育程度，地质调查，拟建项目场地位于中丘地貌，地貌单元表层风化较为严重，上覆残坡积的粉质黏土层，部分含碎石，此层基本不含水，主要表现为上层滞水。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区属亚热带湿润气候区，年平均降雨量 1100mm。区内未见井、泉等地下水露头，隧道进出口未见常年流水，据调查访问，溪沟主要由大气降雨补给，动态变化明显受大气降雨影响。结合区域地质和水文地质资料和隧址区 1：10000 水文地质调查，区内以基岩裂隙水为主。受风化裂隙影响，此段含水层分为强风化泥岩和局部中风化泥岩，上部强风化层泥岩和强风化、中风化砂岩为主要含水层，该类含水岩组的相对隔水层主要为下伏较为完整的中风化粉砂质泥岩。隧道施工过程中，将在一定程度上改变隧址区原有的地下水径流及排泄条件，形成新的地下水排泄通道，造成隧道范围内地下水位下降，地下水流量减小。梅家坡隧道入口，无近距离居民及饮用水源。梅家坡隧道出口，右侧 3 户 10 人，饮用井水，水源距

管道约 25m。隧道施工可能会影响到附近居民用水安全，应提前做好预案，保障居民用水安全。

隧址区内水文条件地质条件较复杂，受降水和地表水系影响大，隧道施工设计、施工时应做好超前探测检查。

——地下水环境保护措施

为了充分降低隧道开凿对地下水的影响，隧道施工时，除了执行隧道中施工的一般措施外，还应采取以下保护措施：

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

（14） 纱帽山隧道

纱帽山隧道位于恩施州恩施市屯堡乡屯堡社区委员会。隧道进口位于屯堡乡屯堡社区委员会屯堡中学东侧约约 500m。隧道出口位于屯堡乡屯堡社区委员会清江右岸约 300m。隧道全长约 1011.04m。隧道由西到东穿越，沿线两侧皆为经济作物、灌木，进出洞口附近均有乡村水泥路及居民聚集点。隧道进、处口地貌见照片 9.6-53 与照片 9.6-54，其平面位置见图 9.6-55，隧道剖面图见 9.6-56。



照片9.6-53 纱帽山隧道入口



照片9.6-54 纱帽山隧道出口



图9.6-55 纱帽山隧道平面图

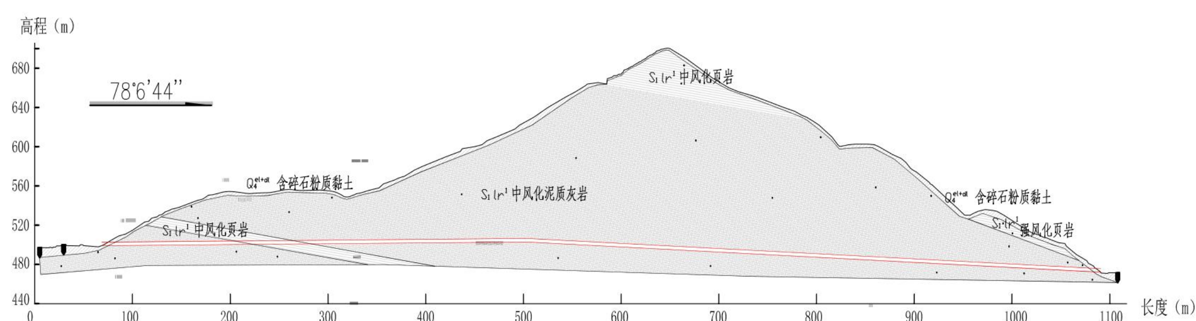


图9.6-56 纱帽山隧道剖面图

——地形地貌

隧址区地貌单元上属低山区，海拔约 471～701m。该区山岭山顶、山脊因风化剥蚀，雨水侵蚀，起伏较大，陡坎陡崖发育，山岭植被覆盖良好。

隧道区属低山地貌单元，地形起伏较大，地形坡度多在 20°～42°不等，局部陡坎发育接近垂直状，植被较为发育，多为松木、灌木。隧道区的坡顶表部多由残坡积土体，厚度一般 0.5～3m 左右。局部出露强风化泥质灰岩、页岩。

——地层岩性

隧址区浅表层主要为第四系全新统残坡积层(Q_4^{el+dl})，厚度一般 2～5m 左右，下伏基岩为志留系下统罗惹坪组下段（S_1lr^1）地层，浅黄色强风化

页岩，局部可见方解石脉，断面光滑平整，手捻有滑感，水平层理，锤击声音较哑，中厚层构造。

——地质构造

在本隧道隧址范围内未发现断层分布。受区域构造影响，隧址区地质构造较复杂，工作区岩体节理较发育，通过对隧址区节理裂隙测量统计，岩层倾向总体倾向南东 80～100°，倾角 10°左右。由于构造运动强烈不同部位的节理裂隙产状略有所变化。发现主要发育有两组节理裂隙，均于隧道走向呈锐夹角。

——水文地质条件

隧道进洞口地表为低山地貌斜坡地带，地表植被茂盛，隧道轴线山坡未见地表水体，隧道进、出口处为旱地，进洞口西侧约 20m，有天然冲沟，沟内有地表水通过，出口东北侧约 30m，有山沟发育，沟内有少量地表水通过，但对隧道影响较小，勘察期间有少量地表水通过，通过调查主要是受到降雨影响。隧址区地下水主要为第四系孔隙潜水含水层与基岩裂隙含水层，主要接受大气降水入渗补给。

——隧道施工对地下水的影响

隧址区区域水文地质条件复杂，同时地下水的赋存量也十分丰富。因此，由地下水涌、突水现象导致的环境工程地质问题对隧道施工、运营的影响和危害需要重视。根据调查与已有资料相结合参考，采用大气降水渗入法和地下水迳流模数法计算得出的隧道正常涌水量 678.36~1214.77m^3/d，最大涌水量 3533.93~5699.54m^3/d。但当涌水量较大时，结构面间强度大大降低，隧道围岩的稳定性变差，可能造成围岩坍塌；在断层破碎带、节理裂隙密集带部位，可能会突泥、突水淹没隧道，施工期间威胁施工人员和机械的安全。因此，应根据涌水情况采取适当的排水设施和衬砌形式，保证安全掘进和竣工后的正常使用，隧道设计、施工应预先作好超前探水工作等防范措施。

——地下水环境保护措施

隧道施工过程中，由于地下水的流失，造成隧址区段及周围地区地下水位下降，可能影响周围居民的生活及生产用水。施工时应重点关注隧道进、出口附近居民的用水状况，及时掌握隧道施工对地下水的影响范围及

影响程度。建立补偿机制，预留应急费用，若发生大量涌水致使隧道进出口附近的居民泉水断流或井水枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应及时进行处理补偿。

9.6.1.5　江河穿越对地下水环境影响分析

本工程管道全线河流大、中型穿跨越工程共计 34 处，穿跨越长度合计 20612m，本工程河流穿跨越控制性工程共 5 处，分别是嘉陵江穿越、忠县长江穿越、野三河跨越(为架桥高空穿越，对地下水环境无影响)、宜昌长江穿越、油草河江底隧道。

1)　盾构隧道穿越嘉陵江的影响分析

嘉陵江穿越隧道位于涪江汇入嘉陵江口的下游河道 21.4km 处，两岸行政区划属重庆市北碚区澄江镇和盐井镇，穿越轴线上游 6.5km 有 G75 高速大桥，下游约 2.7km 建有草街电站及其大坝。东岸有高速 G75 和乡道盐草路，西岸有国道 G212 可达，交通较方便。

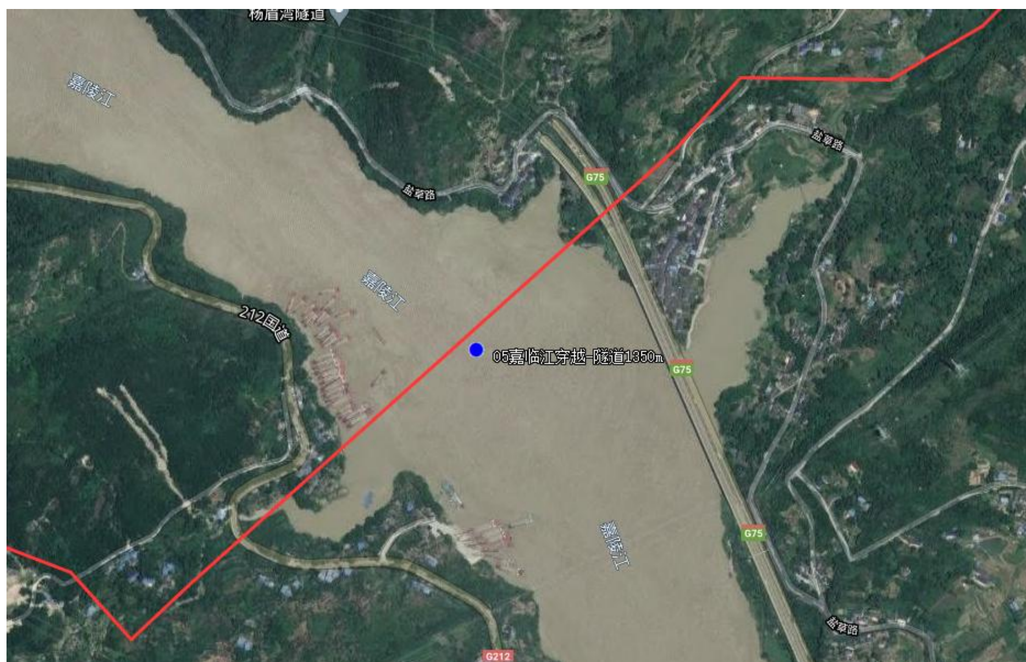


图9.6-57 嘉陵江隧道穿越位置示意图

——地形地貌

拟建场区地貌属丘陵河谷，河流流向呈西北至东南向，穿越点微地貌属河谷地貌，水流侵蚀形成河谷凹槽，河槽内地形平缓，略呈不对称“U”

型，深槽偏左岸，穿越点位于河流略微弯曲的顺直道上，穿越两岸海拔高程 200m～250m，河床高程约 170m，水面宽约 620m。

——河势分析

穿越点位于河流略微弯曲的顺直河道上，河谷呈不对称“U”型，深槽稍偏右侧。根据调查，右岸深槽为了行船(原先这里是码头，现在已废弃)，进行过人工开挖及疏浚，拓宽加深过人工河道。左岸河道未有人类工程活动痕迹，无人工采砂坑存在，为自然河道。两岸河道均有砂卵石层覆盖，厚度较大，河水对砂卵石层有输移作用。左岸岸坡略缓，Ⅰ级阶地不发育，斜坡地带残坡积物和冲洪积物混合形成边滩，边滩滩面狭窄；在中低水位时水流轴线在河谷内摆动幅度不大，河谷形态变化不大；右岸坡度较陡，岩层面倾向下游，洪水对右岸有一定冲刷侵蚀。穿越河段下游新草街电站的调洪沉积作用，降低了洪水对沉积物的携带。

(1)　工程地质条件

——地层岩性

穿越点地层结构较为复杂，岩性分布不均匀，第四系覆盖层主要由卵石、细砂含卵石、粉质粘土等组成。以侏罗系中统新田沟组(J_2x)钙质泥岩、砂岩及少量灰岩、泥灰岩构成，岩性呈渐变接触，多为砂质泥岩，少量泥岩和砂岩。本次穿越主要为新田沟组的第一段和第二段。

——地质构造

工作区地质构造属川东陷褶束华蓥山帚状弧形构造，由 NNE 向的紧密背斜和开阔宽缓的向斜构造组成，具隔挡式构造特点。背斜具有两翼不对称，轴面弯曲呈“S”型等特征，由西向东依次展布有璧山向斜、温塘峡背斜、北碚向斜、观音峡背斜、悦来向斜和龙王洞背斜.断裂主要分布于观音峡背斜轴部和陡翼的灰岩地层中。背斜陡倾的翼部构造应力相对较集中，岩体破碎，崩坡积物发育，为后期发展成为滑坡创造了物质条件。本区地貌受地层岩性、地质构造的控制，在内外营力的作用下形成不同的地貌景观。

本次穿越区大地构造位于扬子准地台重庆台坳重庆陷褶束华蓥山穹褶束。穿越区西边为温塘峡背斜，东边为沥鼻峡背斜，穿越区位于璧山向斜内。

——地震参数

场地的地震动峰值加速度值为0.05g，应谱特征周期为0.35s，震设防烈度6度，设计地震分组为第一组，属少震、弱震区，主要遭受风化剥蚀作用。

(2) 地下水环境影响

管道穿越处以松散岩类孔隙水为主要地下水类型，采用盾构穿越的河流，在施工时隧道排水会改变周边地下水流场。根据现场调查使用自来水，根据以往大型江河盾构穿越的资料，施工过程中将不可避免地对当地地下水产生一定的影响。根据设计方案，盾构始发井深\接收井深均低于当地地下水位，在竖井施工时采用不排水的沉井法，竖井施工时对周边水源井的水位基本没有影响。水平盾构施工前，需排出竖井中的地下水，正常情况下盾构穿越对水源井取水基本没有影响。

(3) 地下水环境保护措施

根据嘉陵江穿越场区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，采用盾构隧道穿越时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

在隧洞掘进过程中,采用超前钻孔预探和排水措施。若遇到渗透性好的地段时，按防、排、截、堵相结合的原则设置防、排水系统，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等支护措施。

竖井地下水位高，具承压性，对施工和堤防不利，施工宜选择在嘉陵江枯水期河水位较低时进行并完成。

在隧道两岸竖井施工时，应准备好基坑抽排水工作，竖井井口应做好外围防水工作，必要时可设置截水沟和排水沟，防止地表水流入井口。

在隧道两岸竖井施工时，应采取支护和加固。根据加固地质及深度条件，可采用单排或双排桩进行加固。

建议除准备足够的抽排水能力外，应采取注浆堵水或井点降水法施工。

盾构隧道洞口段土体加固应在竖井下沉施工完成后进行。

在隧道不同岩性接触带施工时，应及时进行帷幕注浆等封堵措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

盾构穿越处地下水为松散岩类孔隙水，产生的隧道涌水量可能较大，

在进行水平盾构部分施工时，采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，提前切断或降低隧道嘉陵江地表水之间的水力联系，防止大量的涌水，尽可能降低对周边地下水流场的影响。

施工过程及运行期，对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水影响的程度。

禁止向水体排放一切污染物。

2) 盾构隧道穿越忠县长江的影响分析

忠县长江备用隧道位于原川气东送忠县长江盾构隧道西侧上游方向约200m，位于忠－武天然气管道穿江断面上游100m～500m。穿越段位于忠县县城东北约18km处，航道里程为长江上游(距离宜昌)399.90km处(长江航道鲤鱼碛)，顺溪码头下游1.8km处。行政属于长江北岸的忠县忠州镇和长江南岸的长江南岸石柱县黎场乡。长江北岸有县道X582，南岸为乡村水泥路可到达附近，局部地段需重新修筑施工道路，交通条件一般。



图9.6-58 忠县长江盾构穿越平面位置

(1) 工程地质条件

——地形地貌

两岸均为剥蚀低山丘陵地貌。北岸为一与河流向平行的山岭状地形，山脊高程为200.0m-260.0m。南岸呈曲折阶梯状地形，下部为较平缓的平台地形，高程136.98m-177.50m，地形坡度为15°-20°，上部斜坡平台的高程为185.78m-215.93m，该地段较为平缓，地形坡度小于5°，分布农田及农民住房，两斜坡平台间为一高5.80m-8.73m的陡坡，陡坎坡度一般在40°-56°，局部可达80°，为砂岩组成的陡坡。再往南为一同坡向的斜坡地形，地形坡度18°-25°。河槽内地形平缓，略呈不对称“U”型，深槽偏左岸，穿越点位于河流略微弯曲的弯道上，穿越两岸海拔高程230m～270m，河床高程约160m，水面宽约600m。

——河床结构

穿越段位于忠县下游长江鲤鱼碛河段，该地段河道基本顺直，呈近东西向由东向西迳流，河谷为较宽缓的“U”型河谷，北岸较平缓，南岸较陡。穿越段江面宽度约996.0m，主槽水位较深，最大水深约60m。该河段现属三峡水库蓄水回水区，河水流速极缓慢，近于“静止”。预计三峡库区蓄水位高程为156m时，穿越段水面宽度达972.68m，三峡电站竣工后正常蓄水位高程为175m时，穿越段水面宽度达1116.31m。穿越段隧道轴线断面处基岩面形态与河床形态不尽一致。河床地形较平缓，未见深大沟槽，标高在101.0m-121.50m之间，河床最底部标高约为100m。河床总的趋势为深泓线偏于南岸，深泓线南侧河床的坡度稍大于北侧的坡度。河床基岩面整体上呈现北岸向南岸逐渐降低的趋势，高程由120m降低至100m，与基岩的产状相一致。靠南侧约220-249m宽(深泓线南侧)范围内河床底部以砂卵石为主，其余地段基岩基本裸露。

——地层

勘探区域内上覆土层为第四系冲洪积粉砂层及坡残积粉质粘土夹碎石层，下伏基岩为侏罗系上统蓬莱镇组泥岩及砂岩互层。

——地质构造

测区大地构造属扬子准地台四川台坳川东褶皱带，区内无区域性断裂通过，对区域稳定有影响的断裂主要为方斗山断裂带和吊钟坝断层。方斗山断裂由多条断裂断续相连组成，断裂基本上沿方斗山背斜轴部延伸，与

深部的基底断裂位置基本吻合。该断裂东北端起于万县龙泉沟，南西止于南川县水江镇，长约 220km。断面总体倾向南东，局部倾向北西。在万县长滩井黄崖寺，主断面上的断层泥的热释光测龄值为 48.51±3.69 万年。在石柱县鱼池坝西岩口石灰窑处，下二叠系灰岩逆冲于下三叠系大冶组灰岩之上，断层泥的热释光测龄值为 13.75±1.11 万年。在石柱县大歇镇茶园西见下三叠统灰岩地层内发育有冲断层，断层面上的断层泥热释光年龄值分别为 57.49±0.46 万年。在断裂带的南端，于水江镇东北 8 号 km 里程碑处，见上二叠系吴家坪组煤系地层逆冲于长兴组灰岩之上，主断面因覆盖不清，估计破碎带宽约 7m，在旁侧次级断层取断层泥经热释光法测定的年龄值为 11.14±0.92 万年。从上述方斗山断裂带总体特征看，断裂虽然延伸很长，但单条断层规模都不是很大，与深部的基底断裂规模存在较大的差别。断层年代学样品测试结果表明断裂在晚更新世以来已无明显的活动性。

——地震参数

场地的地震动峰值加速度值为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s，抗震设防烈度Ⅵ度，设计地震分组为第一组，属少震、弱震区，主要遭受风化剥蚀作用。

(2)　水文地质条件

根据区域水文地质资料，隧道穿越处主要包含以下 4 种地下水类型：

——孔隙潜水

主要分布于两岸填土、粉土中，边滩、河床部位分布于粉细砂及圆砾层中，由大气降水、地表水及江水补给。北岸粉土、砂土富水性中等，南岸填土富水性弱，边滩、河床富水性较强。洪水期，江水补给地下水；枯水期，地下水向长江排泄或向深部渗入。两岸地下水埋深较浅，一般低于地面 2m～3.5m，年变幅 0.5m～2.0m。

——孔隙承压水

分布于两岸黏土及粉质黏土层以下粉土、粉细砂、圆砾层中，江水为其主要补给源，富水性中等，其埋深 12m 左右，承压水头高度与江水位持平。北岸覆盖层中承压含水层厚度 20m～25m，南岸承压含水层厚度 12m 左右。枯水期承压水头一般为 1.0m(枯水位按 18m)，洪水期达 13m(一般洪水

位按 30m)。承压水可越层补给上部潜水。

——基岩裂隙水

主要赋存于风化较强的基岩风化裂隙和受构造影响的裂隙中。两岸岸坡基岩裂隙水补给来源主要为上部孔隙潜水或孔隙承压水，河床则由孔隙潜水或江水直接补给。

——脉状透水体(区)

主要为透水性较强的断层、层间剪切带、裂隙、石英脉等组成，是岩体中地下水运移的主要通道，构成较复杂地下水渗流场的主干网络。脉状透水体(区)的规模大小不一，大者宽达数米至数十米，小者宽度小于 1m。一般来说，胶结较差的断层带、微裂隙极发育的层间剪切带、延伸性及连通性好的张性裂隙等形成的脉状透水体(区)透水性稍强。脉状透水体(区)局部具有承压性，与基岩裂隙水的水力联系密切，使与之形成复杂的地下水渗流网络，不仅可接受基岩裂隙水的补给，亦可直接接受上覆覆盖层中孔隙潜水或孔隙水的补给，河床覆盖层较薄部位脉状透水体(区)甚至直接接受江水的补给。

(3) 地下水环境影响

根据现场调查，隧道入土点位于于忠县县城东北约 18km 处，居民用水为自来水，水源取自长江，部分居民仍留有少数浅井，井深 6m 左右，2 户/井～3 户/井，作为生活用水使用，地下水类型为浅部孔隙潜水。隧道出土点位于岳阳市陆城镇何家村，居民用水为自来水，水源取自长江，部分居民家中有少数浅井，井深 6m～8m，基本 1 户 1 井，作为生活用水使用，地下水类型为浅部孔隙潜水。本工程管道以盾构方式在基岩裂隙含水层和构造裂隙含水层中穿越，穿越层与浅部水源井取水层之间存在隔水层，基岩裂隙含水层渗透性弱，在施工时可能会发生渗水、滴水渗漏，构造裂隙含水层裂隙较发育，部分地段发育数条构造断裂，渗透性中等，呈射水渗漏，局部可能产生涌水，施工时隧道排水会改变周边地下水流场。在隧道竖井施工过程中做好上层潜水的止水措施的前提下，盾构施工不会对分散式浅层地下水井造成影响。同时采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，防止大量的涌水，降低对周边地下水流场的影响。

(4)　地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，采用盾构隧道穿越长江时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

在隧洞掘进过程中,采用超前钻孔预探和排水措施。若遇到强透水带时，按防、排、截、堵相结合的原则设置防、排水系统，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等支护措施。

在隧道进出口竖井施工时，应采取注浆堵水或井点降水法施工；准备好抽排水工作，竖井井口应做好外围防水工作，可设置截水沟和排水沟，防止地表水流入井口。

隧址区全、强风化岩体中裂隙相对较发育且连通性及富水性较好。因此，施工前做好地下水预探，注浆堵水、超前与初期支护；并对隧道进出口竖井卵石层进行帷幕注浆止水或修筑地下连续止水墙，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

在两岸竖井施工时，应注意基坑排水和支护，采取有效的护壁和降(排)水措施。两岸洞口外设置截水沟和排水沟，防止洞外雨水流入隧道，且将洞内水引出洞外。

施工单位应准备充足的发电机组和排水设备。

由于分散式水井距竖井距离较近，在隧道竖井施工过程中应做好上层潜水的止水措施。同时在进行水平盾构部分施工时，采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，防止大量的涌水，降低对周边地下水流场的影响。

竖井施工考虑采用明挖逆作法施工，复合衬砌支护。

在施工过程及运行期对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水影响的程度。

禁止向水体排放一切污染物。

严禁向河道排放管道试压水。

3)　盾构隧道穿越宜昌长江的影响分析

根据线路总走向和地方规划，通过现场踏勘和调研，宜昌长江穿越位于湖北省宜昌市下游 30km 的长江河段，穿越位置东岸位于猇亭区云池街

办方家岗村，西岸位于宜都市红花套镇红花套村 7 组。西岸有村级水泥公路连接 S254，可直达场地，交通运输条件好；东岸有街道公路与猇亭大道相连，可到达场地，交通运输条件好。根据线路整体路由走向，确定在湖北省宜昌市猇亭区云池街办方家岗村与宜都市红花套镇红花套村 7 组之间穿越长江。穿越位置与川气东送一线及忠武线并行敷设，距离忠武线约 70m，距离川气东送一线约 300m，穿越位置已初步获取宜昌市水利局原则同意意见，因此不再进行位置比选。



图9.6-59 宜昌长江盾构穿越平面位置

（1） 工程地质条件

——地形地貌

工程区地处鄂西山地与江汉平原过渡地带，北岸低山丘陵与山前平原均有分布，南岸以丘陵为主。北岸长江大堤堤内 350m 范围内地势平坦开阔，地面高程 48m～53m，主要为旱地，植有柑橘及蔬菜。水系主要为民用灌渠及集水池。堤外属长江漫滩，滩宽约 50m，地面高程 39m～50m，汛期大多淹于水下。大堤呈 NW320° 展布，堤顶高程一般 52.7m～54m，高 3m～

4m，宽约 4m。南岸以红宜公路为界，公路南侧为由长江二级阶地形成的丘陵区，地面高程 51m～75m，地势蜿蜒起伏，靠近公路一带为缓坡，地势较平坦，地面高程 48m～51m。公路北侧即为长江岸坡，坡角约 30°，见素砌块石护岸。红宜公路与穿越轴线近垂直，路面宽约 12m，高程 55.1m～55.6m。

——地层岩性

工程区地层岩性自上而下(从新到老)分述如下：

第四系覆盖层为人工回填层(Qs)：系长江堤防、红宜公路填筑土。厚 4m～6m，以素填土为主，较密实。

全新统冲积层(Q_4^{al})：上部为粉质粘土、粉土，少量细砂，下部为卵石。粉质粘土、粘土呈褐黄色；粉土呈褐黄色、灰褐色；细砂呈灰色。卵石呈杂色，主要成分为石英砂岩、灰岩、花岗岩，直径一般 2cm～10cm，间夹漂石，其含量约 10%～30%，部分直径大于 30cm，广泛分布于两岸漫滩及河床。根据相关已有资料分析可知，覆盖层厚度分布情况为：北岸 45m 左右，南岸 7.5m～11m，河床及漫滩 0m～26.5m，总体上向北逐渐增厚。

基岩参考川气一线的勘测资料，工程区内分布的基岩地层为白垩系上统红花套组第三段(K_2h^3)，据区域地质资料，该层总厚度约 707m，管线处涉及的基岩岩性为紫红色薄层～中厚层泥质粉砂岩，紫红色粉砂质泥岩，灰白色、灰绿色细砂岩，红黄色、桔红色疏松砂岩及少量含砾砂岩、砾岩。

泥质粉砂岩：为紫红色，钙泥质胶结，岩质半坚硬为主，中厚层～厚层为主，少量薄层状，层厚一般为 0.3m～0.6m，最大达 1m 左右，薄层厚度 0.3cm～1cm。岩层倾角较缓，为 5°～8°，泥质粉砂岩水平层理发育，局部见灰白色粉砂岩团块。粉砂质泥岩：紫红色，岩质半疏松～半坚硬为主，遇水易软化，取出岩芯以饼状及土柱状为主。疏松砂岩：灰黄色、桔红色，属半成岩，岩质疏松，取出岩芯多呈松散砂状，少量呈柱状，轻锤即散。细砂岩：灰白色、灰绿色，岩质半疏松～半坚硬，取出岩芯多呈柱状、碎块状。

——水文地质条件

根据区域水文地质资料，隧道穿越处主要包含以下 4 种地下水类型：

孔隙潜水主要分布于两岸填土、粉土中，边滩、河床部位分布于粉细

砂及圆砾层中，由大气降水、地表水及江水补给。北岸粉土、砂土富水性中等，南岸填土富水性弱，边滩、河床富水性较强。洪水期，江水补给地下水；枯水期，地下水向长江排泄或向深部渗入。两岸地下水埋深较浅，一般低于地面 2m～3.5m，年变幅 0.5m～2.0m。

孔隙承压水分布于两岸黏土及粉质黏土层以下粉土、粉细砂、圆砾层中，江水为其主要补给源，富水性中等，其埋深 12m 左右，承压水头高度与江水位持平。北岸覆盖层中承压含水层厚度 20m～25m，南岸承压含水层厚度 12m 左右。枯水期承压水头一般为 1.0m(枯水位按 18m)，洪水期达 13m(一般洪水位按 30m)。承压水可越层补给上部潜水。

基岩裂隙水主要赋存于风化较强的基岩风化裂隙和受构造影响的长大裂隙中。两岸岸坡基岩裂隙水补给来源主要为上部孔隙潜水或孔隙承压水，河床则由孔隙潜水或江水直接补给。

脉状透水体(区)主要为透水性较强的断层、层间剪切带、裂隙、石英脉等组成，是岩体中地下水运移的主要通道，构成较复杂地下水渗流场的主干网络。

脉状透水体(区)的规模大小不一，大者宽达数米至数十米，小者宽度小于 1m。一般来说，胶结较差的断层带、微裂隙极发育的层间剪切带、延伸性及连通性好的张性裂隙等形成的脉状透水体(区)透水性稍强。

脉状透水体(区)局部具有承压性，与基岩裂隙水的水力联系密切，使与之形成复杂的地下水渗流网络，不仅可接受基岩裂隙水的补给，亦可直接接受上覆覆盖层中孔隙潜水或孔隙水的补给，河床覆盖层较薄部位脉状透水体(区)甚至直接接受江水的补给。

——地下水环境影响

根据现场调查，隧道入土点位于宜都市红花套镇红花套村 7 组，居民用水为自来水，水源取自长江，部分居民仍留有少数浅井，井深 6m 左右，2 户/井～3 户/井，作为生活用水使用，地下水类型为浅部孔隙潜水。隧道出土点位于于猇亭区云池街办方家岗村，居民用水为自来水，水源取自长江，部分居民家中有少数浅井，井深 6m～8m，基本 1 户 1 井，作为生活用水使用，地下水类型为浅部孔隙潜水。本工程管道以盾构方式在基岩裂隙含水层和构造裂隙含水层中穿越，穿越层与浅部水源井取水层之间存在

隔水层，基岩裂隙含水层渗透性弱，在施工时可能会发生渗水、滴水渗漏，构造裂隙含水层裂隙较发育，部分地段发育数条构造断裂，渗透性中等，呈射水渗漏，局部可能产生涌水，施工时隧道排水会改变周边地下水流场。在隧道竖井施工过程中做好上层潜水的止水措施的前提下，盾构施工不会对分散式浅层地下水井造成影响。同时采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，防止大量的涌水，降低对周边地下水流场的影响。

——地下水保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，采用盾构隧道穿越长江时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

在隧洞掘进过程中,采用超前钻孔预探和排水措施。若遇到强透水带时，按防、排、截、堵相结合的原则设置防、排水系统，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等支护措施。

在隧道进出口竖井施工时，应采取注浆堵水或井点降水法施工；准备好抽排水工作，竖井井口应做好外围防水工作，可设置截水沟和排水沟，防止地表水流入井口。

隧址区全、强风化岩体中裂隙相对较发育且连通性及富水性较好。因此，施工前做好地下水预探，注浆堵水、超前与初期支护；并对隧道进出口竖井卵石层进行帷幕注浆止水或修筑地下连续止水墙，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

在两岸竖井施工时，应注意基坑排水和支护，采取有效的护壁和降(排)水措施。

两岸洞口外设置截水沟和排水沟，防止洞外雨水流入隧道，且将洞内水引出洞外。

施工单位应准备充足的发电机组和排水设备。

由于分散式水井距竖井距离较近，在隧道竖井施工过程中应做好上层潜水的止水措施。同时在进行水平盾构部分施工时，采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，防止大量的涌水，降低对周边地下水流场的影响。

竖井施工考虑采用明挖逆作法施工，复合衬砌支护。

在施工过程及运行期对隧道附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水影响的程度。

(4) 隧道穿越油草河的影响分析

拟建隧道地处重庆市石柱县，隧道进口位于黄水镇横店村，出口位于枫木镇枫木乡，隧道进、出口附近均无近距离居民及饮用水源。隧道进、处口地貌见照片 9.6-60 与 9.6-61，其平面位置见图 9.6-62，隧道剖面图见图 9.6-63。



照片9.6-60　油草河隧道进口



照片9.6-61　油草河隧道出口



图 9.6-62　油草河隧道平面图

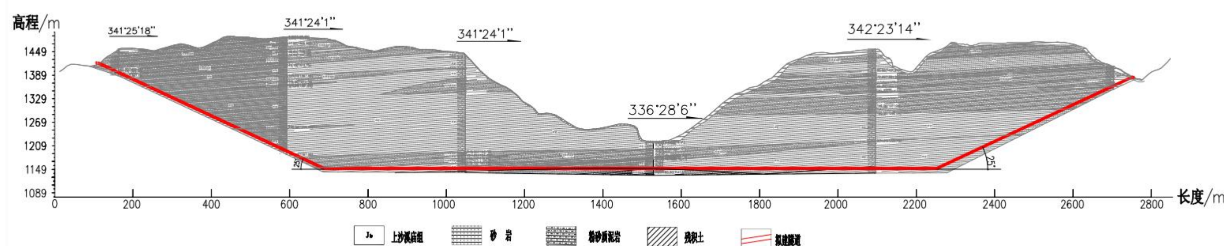


图 9.6-63　油草河隧道剖面图

——地形地貌

油草河隧道位于象鼻岭-大尖山之间，全长 2662.4m，隧道进口段位于斜坡上，高程约 1340m，自然坡度 35°左右，植被较好，为旱地。出口位于斜坡缓坡地带，高程约 1540m，自然坡度 20°左右，植被发育。

——地层岩性

隧道区地层为冲洪积层，侏罗系上沙溪庙组。隧道进、出口段，岩性主要为紫红色泥岩，粉砂质泥岩，风化强烈，风化裂隙发育，呈块状、碎砾状镶嵌结构；泥岩呈厚层状构造，层理不发育，含少量粉砂质，层间结合力较差，属于极软质岩。隧道洞身段为黄灰、紫灰色厚层至块状粉细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩，岩石中等风化～弱风化，岩体较破碎～较完整，主要呈块状、块碎状镶嵌结构。

——地质构造

石柱向斜位于方斗山背斜以东，轴向以北 30°～40°东方向延伸至马角鞘一带弯转成突向北西的弧形，再以北 60°～70°东的方向经马头场至清水塘以北，使须家河组以上诸地层扬起，该构造从隧道中部穿越。

——水文地质条件

隧址区地下水为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。

第四系松散层孔隙水为粉质粘土、粉土，透水性、富水性较弱，其主要补给源为大气降水，无明显排泄区。

基岩裂隙水多赋存于岩石风化裂隙带中，裂隙张开小或被风化泥质充填，水量较小。地下水以接受大气降水的补给为主，径流受地形地貌控制明显，大部分以沟坡谷底、河床为相对排泄基准面，地下水接受补给后，

自局部的分水岭向沟谷中以散流的形式排泄，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点。

——隧道施工对地下水的影响

根据调查，隧道进、出口附近近距离无居民及饮用水源，隧址区未发现断裂通过。隧道进口段为第四系松散岩类孔隙潜水，紫红色泥岩及粉砂质泥岩，风化强烈，裂隙发育，隧道开挖中可能发生涌流状出水，对地下水有一定影响；隧道围岩洞身段主要为中风化、微风化长石砂岩，岩体较破碎～较完整、层间冲刷发育，某些地段裂隙贯通、可能贮水，施工过程中可能出现突然涌水或涌沙现象，对地下水有影响较大。为了避免施工中出现大量涌水涌砂现象，工程在实际施工前，对隧址区岩性结构及其富水性、断层、节理及破碎带的发育程度及其富水性均进行详细的勘查，实施地下水预探；施工中对于裂隙发育处、可能贮水的裂隙，将及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，以达到良好的止水效果，避免突涌水现象发生。

——地下水环境保护措施

根据隧址区地质、构造、水文地质条件以及隧道开凿对地下水的影响，施工时，除了执行隧道施工的一般措施外，还应采取以下措施：

隧址区节理、裂隙均比较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好，施工前应做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源，及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

施工过程及运营期对隧道出口附近地下水进行监测，及时了解隧道建设对地下水的影响程度。

9.6.1.6　站场施工对地下水环境影响分析

管道沿线共设置 14 座站场，分别为：垫江压气站、利川分输压气站、恩施分输清管站、野三关压气站、宜昌分输清管站、潜江分输压气站、牟家坪首站、老翁场接收站、大英首站、安岳站、铜锣峡站、黄草峡站、大盛站、云台站。铜梁-潜江干线上共有 45 座阀室，其中 19#、20#、33#、34#、42#、43#阀室实现与川气东送一线预留备用管道的热备功能，19#、20#阀室具备清管功能，49#阀室与川一线荆州分输站跨接，其余阀室全部为监控分

输阀室。另外在支线上还设置有12座监控分输阀室。

根据前文论述，站场评价等级确定为二级，根据解析法计算得出的污染物下游最远迁移距离，并适当向上游延伸200m，以站场两侧L/2为界，最终确定出各站场地下水环境评价范围见下表。

表9.6-9 站场地下水环境环境评价范围表

站场	渗透系数(m/d)	水力坡度	有效孔隙度	下游迁移距离(m)	评价范围（km^2）
垫江压气站	24	0.00214	0.2	2568	3.55
利川分输压气站	16	0.0031	0.2	2480	3.32
恩施分输清管站	12	0.0085	0.25	4080	8.73
野三关压气站	15	0.0076	0.3	3800	7.60
宜昌分输清管站	5	0.008	0.1	4000	8.40
潜江分输压气站	6	0.0085	0.2	2550	3.51
牟家坪首站	13	0.006	0.2	3900	8.00
老翁场接收站	4	0.007	0.2	1400	1.12
大英首站	15	0.006	0.3	3000	4.80
安岳站	6	0.008	0.3	1600	1.44
大盛站	10	0.005	0.2	2500	1.47
铜锣峡站	24	0.00214	0.2	2568	2.80
云台站	10	0.005	0.2	2500	2.12
黄草峡站	24	0.00214	0.2	2568	3.38

结合站场建设及运营特点，在评价范围内对区域水文地质条件进行调查分析。站场施工期主要涉及到施工过程中产生的废水对浅层地下水的影响，废水主要包括施工建设、机械设备产生的废水和施工人员产生的生活污水。

1） 生产废水

机械设备、车辆运行将有少量含油污废水产生，若直接排放至地表，在降雨淋滤作用下可能下渗进入含水层，但站场上覆第四系沉积物，少量油污废水通过包气带渗透过程中将被土壤颗粒吸附、过滤，只要采取强化管理等措施，对地下水影响相对较小；砂石料加工废水采用自然沉淀处理，混泥土拌合系统废水主要污染物为碱性及悬浮物，采用间歇式自然沉淀并加中和剂处理，也对地下水产生的影响较小。

2） 生活污水

生活污水主要为COD、SS等，根据以往施工经验，施工队伍的吃住一

般租用当地民房，生活污水依托当地的生活污水处理系统，同时施工较分散、周期短，局部排放量很小，对地下水环境影响较小。因此，施工期只要采取强化管理措施，对污废水集中处理，及时检查机械渗漏，对滴漏等现象及时封堵处理，则站场施工过程中产生的废水对地下水环境的影响较小。

9.6.2　运营期对地下水环境的影响分析

9.6.2.1　正常工况下对地下水环境的影响

正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系，故运营期地下水环境影响主要为站场污废水的排放。

站场污废水主要以各场站的生活污水、生产废水及雨水为主。包括：设备场地冲洗废水和人员粪便及洗涤污水等，所产生的SS、COD、粉尘等。

各站均不产生含油废水，各机械设备保养维护时，使用干净棉纱进行擦拭处理，含油棉纱作为危险废物，定期由有危险废物处置资质的单位进行处理。

根据已有经验，站场在运行期间排放水量相对较小，废水种类单一，只要严格管理，制定相应的收集、处理措施，则运行期间各站场基本不会对地下水环境产生不良影响。

9.6.2.2　非正常工况下对地下水环境的影响

非正常工况下，若发生天然气泄漏(包括自然因素和人为因素造成的管道破损)，天然气将通过土壤孔隙逸出，即使是位于地下水位以下的管道出现渗漏时，天然气不溶于水，也会从水中逸出进入包气带土壤，再从土壤孔隙逸出进入大气，对地下水环境影响很小。运营期后期由于防腐效果降低，管道外铁锈(金属氧化物)可能随入渗的雨水进入地下，影响地下水水质。由于大部分管道离地下水面较远，铁锈要经过较厚的土壤层才能进入地下水，在入渗过程中部分铁锈会被土壤吸附，进入地下水的铁锈很少，对地下水水质影响轻微。

非正常工况下，站场内的生活污水处理设施、排污罐若发生泄漏，将会对地下水环境造成一定的影响，压气站内排污罐容积20m^3，分输清管站、分输站排污罐10m^3，由于该部分污水产生量小，对地下水的影响较小，在保证加强污水处理设施巡查频率，加强地下水监测的情况下，站场对地下

水产生的影响可大幅降低。

9.6.2.3　事故工况下对地下水环境的影响

相比较正常工况，事故工况主要为运行期间管道或站场发生了天然气泄漏事件，在泄漏段得到及时有效的封堵控制前将会有一定量的天然气逃逸出管道，接触附近地下水。

但天然气的主要成分为烷烃，密度为0.7174kg/(N*m^3)，相对密度(水)为0.45，不溶于水，因此即使发生短时间天然气泄漏事故，只要及时封堵，也不会对周边的地下水环境造成明显影响。

9.7　地下水环境保护措施

9.7.1　施工期地下水环境影响防治措施与建议

9.7.1.1　一般段管道施工期地下水环境保护措施

一般情况下，管道施工期的防渗应符合该场地包气带特征及其防污性能，根据不同区域场地天然包气带防污性能、污染控制难易程度和污染物特性，提出防渗技术要求，其中主要评价污染控制难易程度和天然包气带防污性能。整体上，天然气管道建设工程的污染控制难易程度属于易；天然包气带防污性能为弱-强，防渗分区一般为简单防渗区和一般防渗区。

以下对管道沿线不同区域的包气带防污性能进行总结，在四川渝西红层丘陵区，渝中平行岭谷区，渝东中低山区，鄂西裸露型岩溶区，江汉盆地岗状平原，特别是四川红层丘陵区，部分管道沿红层丘陵间的农田敷设，有部分分散式饮用水水源。该地区地下水埋深一般浅，管沟开挖深度在局部大于地下水埋深，施工过程中会揭露红层区的第四系松散岩孔隙水的含水层，因此在施工过程中应在管道上、下部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度减少对地下水径流通道的扰动；尽可能将该段工程施工安排在枯水期，做好施工工序管理，管沟开挖、回填做到快挖快填，尽量不采用管沟降水措施；

对于管道沿线水位变幅不大，枯水期仍揭露地下水的地段，若土质较软，可采用带水作业，明沟排水的办法施工。对沟壁易垮塌的沙土段，应采用先沟外井点降水、后开挖管沟的方法施工。对土质极不稳定的、管沟难以成行的淤泥段，可采用截水板桩墙，辅以井点降水的措施开挖管沟。

在地下水埋深小于管道开挖段，在四川渝西红层丘陵区，渝中平行岭

谷区，渝东中低山区，单层厚度大于 0.5m，渗透系数 K≤1.0×10^{-6}cm/s，分布连续且稳定，天然包气带防污性能中-强。此类场地可以在管道外侧包裹土工防渗膜进一步隔断管道及天然气与地下水之间的联系，降低地下水对管道的腐蚀性。

管道施工前，应仔细检查施工设备，禁止在开挖管沟内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染包气带和地下水。

在临时加油点、临时维修点地面敷设防渗膜，避免污油、污水经包气带渗入地下，对近距离分散式水源井造成影响。

雨天对施工辅料加盖塑料薄膜防止雨水淋滤形成的污水进入地下水含水层。

对位于施工作业带内的近距离分散式水源井，在施工前对该段路由采取避绕措施，对线路进行局部优化和局部微调。同时，在施工期前和施工期间了解水源井的动态变化，若由于管道施工造成对居民饮用水源的影响，应及时采取补救措施，为居民提供矿泉水等临时供水。

管道沿线施工不设施工营地，在管道沿线水源保护区和集中式水源井附近施工时，施工机械存放、设备加油等工作内容远离水源保护区和水源井，布置在保护区和水源井下游。

施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)和生活垃圾每天应分类及时回收。

为保证所用钢管安全可靠，线路用管应符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T 9711-2011)的要求，施工结束后要尽快恢复原貌。

9.7.1.2　管道施工对地下水保护目标的环境保护措施

1)　提高距离保护区较近的工程段的管道防护等级，提高钢管制造标准；适当增加管道壁厚；焊缝检验采用 100%超声波检验、100%射线照相检验；采用加强级“三层 PE”防腐涂层，最大限度地控制事故的发生。

2)　为了提高工程施工人员的环境意识和工程监督管理人员的管理水平，本工程在施工前期、施工期都需要对有关人员进行专门的培训。

3)　施工作业带清理应由熟悉施工段区域内自然状况、施工技术要求的人员带队进行，尽量控制施工作业带宽度，减少施工占地。

4) 严禁在保护区范围内设置施工场地、生活场地和(临时)堆土场。

5) 运行期，应注意对管道及各种连接处的监控，最大限度地控制事故的发生。

6) 加强应急预案建设。在管道运行过程中，应专门制定泄露事故应急预案。建立健全消防、公安、水利、环保等部门在事故发生时的紧急联动机制，将事故危害控制到最小。加强应急预案的培训和演练，使预案真正发挥作用。

7) 对地下水位高、地质条件为流沙、粉土或淤泥段的的管段，采用平衡压袋进行配重。

具体施工要求如下：

(1) 对于在暖季施工设备进入困难的湿地、洼地、河滩地段管沟的开挖，宜在寒季施工；

(2) 地表水、地下水发育地段，管道施工应充分重视施工排水。在一般情况下，应贯彻“先排水，后施工”的原则。管道埋设于地下水出露处附近时，将出露点的水引流至管沟以外一定距离，以防地下水在管道底部附近聚集并冻结。

(3) 管沟回填前，应将沟底积水、积雪和杂物清理干净，整平沟底，而后按设计要求分层进行回填。管道就位后，管沟的回填应连续作业，一次完成。

(4) 管沟回填土的粒径和含量要求：粒径小于 0.074 的粘土粒含量不得大于 10%。

(5) 需设置细土垫层的地段，应先在管沟垫细土层。细土应回填至管顶上方，然后回填原状土，不得含有冻土块，不得采用冻结的腐殖土或泥炭质土回填。

(6) 为减小管沟回填土体的下沉量，管沟回填时，应分层压实，以防止回填土下沉后，在管道位置形成积水沟渠，引发管道地基热卡斯特病害。

(7) 湿地地段管道工程施工时，应尽量减少对原地面植被的破坏。施工结束后，应尽量恢复施工带的地表原貌。

9.7.1.3 山岭隧道施工对地下水环境保护措施

管道沿途经过 2 个省(直辖市)，地形地貌复杂，特别是在石柱、恩施山区，山体坡度超出施工车辆安全爬行的坡度，对Φ1219mm 大口井管道的运送、布管和焊接等都无法完成，须设置隧道穿越。全线累计设置山体隧道 85 座，主要集中在重庆山区和恩施山区。

1) 在施工前的保护措施

隧址区节理、裂隙均比较发育，在岩石破碎带和裂隙密集带，岩体渗透系数将增大，透水性较好。施工前做好地下水预探，加强地质预报，超前长距离探水，提前割断水源。

地下水量受降水影响较大的隧址区，根据地下水情况与居民生活用水状况，合理安排施工时间。在尖子山隧道、幺姑岭隧道、秧石田隧道、白坡隧道、方斗山隧道、高家坝隧道、油草河隧道、水泥沟隧道、齐岳山 1#隧道、齐岳山 2#隧道、陈家坪 1#隧道、田家崖隧道、柑子坪隧道、百瓦厂隧道、柑树垭隧道、月家坡隧道、马家坡隧道。

青布岭隧道、水谷坝隧道、红岩子隧道、支井河 1 号隧道、支井河 2 号隧道、古树坪隧道、水井冲隧道、孔夫子隧道、魏家包隧道等 26 座隧道上游或顶部存在分散式水源井或泉，隧道施工涌水对居民用水影响较大。在以上隧道施工前，提前为居民准备桶装水或运水槽车，以备应急状况下使用，最大程度降低对周边农户的影响，长期可考虑为居民接入自来水。

建立补偿机制，预留应急费用。对受影响的居民用水进行补偿，作为迁居等的费用。

隧道施工前做好隧道排水拦蓄工程，收集地下排水。部分排水用于施工用水。

2) 施工中采取的措施

管道以陈家坪 1#隧道、陈家坪 2#隧道穿越利川市拟批复的准保护区，齐岳山 1#隧道、齐岳山 2#隧道位于汪营镇地下水源保护区上游，因此在上述 4 条隧道施工时需在隧道内临时加油点、临时检修点地面敷设防渗膜。产生的废污油、污水及时运出隧道，在当地相关部门指定的处置点集中处置。

合理设计施工方式，严格施工程序。为了尽量减少爆破作业对围岩完整性的破坏，设计要求施工中应浅打眼，少装药。

在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。尽量少用爆破措施，如必须采用，应有限制使用炸药用量，以减少对围岩裂隙的影响。

对于隧址区节理、裂隙比较发育处，在岩石破碎带和裂隙密集带施工时，应及时实施超前钻孔注浆止水和小导管注浆止水，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

隧道施工过程中，若施工漏水影响附近居民用水时，按照制订的应急预案，在第一时间内尽快上报公司主管领导，通知附近居民，密切关注地下水变化情况。

施工过程中，若发生大量涌水致使隧道进、出口附近的泉水断流或集水井枯竭，影响隧道进出口附近居民生活和生产用水，应急时，可用槽车从附近拉水或买矿泉水给居民供水。

施工过程中的涌水，一部分水用于施工外，其它涌水经沉淀处理，监测合格后排入附近沟谷。

9.7.1.4　管线穿越江河对地下水环境保护措施

本工程管道全线河流大、中型穿跨越工程共计 59 处，穿跨越长度合计 32604m，其中，河流大、中型穿越工程 57 处，穿越长度 32014m；大、中型跨越工程 2 处，分别为马水河跨越(跨度 270m)、野三河跨越(跨度 320m)，累计跨越长度 590m。

1)　大开挖穿越河流的地下水保护措施

(1)　为防止对地下水环境的影响，在采用大开挖方式进行施工时，选择枯水期进行，且河床底面应砌干砌片石，两岸陡坡设浆砌块石护岸，以防止水土流失。

(2)　施工现场不设施工营地，施工过程中产生的垃圾集中收集后带离现场。

(3)　严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏，污染河流水质。

(4)　施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等，加强施工机械维护，防止施工机械漏油，应收

集后集中处理或处置。

(5) 含有害物质的建筑材料，如沥青、水泥等不准堆放在水体附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

(6) 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。

(7) 施工结束后，应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌。

2) 顶管、定向钻穿越河流的地下水保护措施

(1) 施工现场不设施工营地，施工过程中产生的垃圾集中收集后带离现场。

(2) 严格控制施工范围，尤其是河流穿越段，应尽量控制施工作业面，以免对河流造成大面积破坏。

(3) 产生的废弃泥浆应与当地签订处理协议，运至指定地点掩埋或拉运到当地垃圾处理场掩埋。

(4) 施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体，不得在水体附近清洗施工器具、机械等。加强施工机械维护，防止施工机械漏油。

(5) 含有害物质的建筑材料如沥青、水泥等不准堆放在河漫滩附近，并应设蓬盖和围栏，防止雨水冲刷进入水体。

(6) 管道敷设及河道穿越作业过程排放的废弃土石方应在指定地点堆放，禁止弃入河道或河滩，以免淤塞河道。

(7) 泥浆池要按照规范设立，其容积要考虑30%的余量，以防雨水外溢，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗处理，保证泥浆不渗入地下。废弃泥浆池设置尽量远离河边，在施工结束后将废弃泥浆清运至当地环保部门规定的地点进行填埋处置，同时利用土壤恢复泥浆池的地表原貌。

(8) 施工结束后，应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度，恢复河床原貌。

3) 隧道穿越江河的地下水保护措施

管道以盾构隧道方式穿越长江、嘉陵江，在长江盾构隧道出口分布有居民分散式饮用水井，在隧道出口竖井施工时，可能会对周边居民饮用水源造成影响。因此，在穿越长江和嘉陵江时，建议施工单位采取以下措施

减轻对地下水的影响。

(1) 在隧洞掘进过程中，采用超前钻孔预探和排水措施。若遇到渗透性好的地段时，按防、排、截、堵相结合的原则设置防、排水系统，同时进行沟内流水的合理疏导设计，洞身段采用混凝土喷锚、衬砌等支护措施。

(2) 长江盾构隧道出口分布有分散式民井，在施工过程中及时观测附近居民地下水饮用水井中水位和水质的变化，及时了解隧道建设对地下水影响的程度，若隧道施工对周边居民饮用水源造成影响应及时进行补偿。

(3) 在隧道两岸竖井施工时，应准备好基坑抽排水工作，竖井井口应做好外围防水工作，必要时可设置截水沟和排水沟，防止地表水流入井口。禁止向水体排放一切污染物。

(4) 在隧道两岸竖井施工时，应采取支护和加固。根据加固地质及深度条件，可采用单排或双排桩进行加固。

(5) 建议除准备足够的抽排水能力外，应采取注浆堵水或井点降水法施工。

(6) 盾构隧道洞口段土体加固应在竖井下沉施工完成后进行。

(7) 在隧道不同岩性接触带施工时，应及时进行帷幕注浆等封堵措施，提前割断水源，避免突涌水现象发生，减少地下水的流失。

(8) 盾构穿越处地下水为松散岩类孔隙水，产生的隧道涌水量可能较大，在进行水平盾构部分施工时，采用同步跟进的泥浆输送，可对环片与地层的间隙以及裂隙进行填充，提前切断或降低隧道与地表水之间的水力联系，防止大量的涌水，尽可能降低对周边地下水流场的影响。

9.7.1.5 站场施工期地下水环境保护措施

站场施工期间，人员生活及操作将不可避免的产生生活污水与生产废水，需要对其采取合理的保护措施，防治污染周边地下水。

1) 施工过程中要及时检查机械设备渗漏情况，发现冒油、滴漏等现象要及时封堵，并将泄漏的污染物收集起来进行处理。

2) 对站场区可能泄漏污染物的污染区地面进行防渗处理，可有效防止洒落地面的污染物渗入地下。

3) 在站场施工时，要建立混凝土拌和站集中拌和，以便对生产污水

使用过滤、沉淀或气浮法进行集中处理。或直接使用商品混凝土，减少混凝土生产过程中对水环境的污染。

4） 施工垃圾与生活垃圾集中收集，及时清运。

5） 施工废水统一收集处理、尽量回用，严禁随意外排。

9.7.1.6 不同水文地质区的地下水环境保护措施

本工程管道所经过地区主要为山区、丘陵、平原及水网地貌，沿途水文地质条件较为复杂，对于不同地貌和水文地质区，建议采取不同的保护措施：

1） 丘陵地区

主要为铜梁段管道，川东平行岭谷区，线路大体沿丘陵谷地敷设，地貌以浅丘和缓丘为主，局部段为深丘和山地。地下水类型为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水为主，管沟开挖一般不会揭露地下水，重点关注包气带的保护措施。

(1) 工程施工时应尽可能控制施工作业带宽度和施工活动范围，避免对原有地表自然状态的过度破坏；

(2) 在沟谷斜坡地带施工时，必要情况下需要对管沟开挖及管道敷设完成后，沿坡面设置截水墙、排水沟或浆砌石护坡等水工保护措施，防止水土流失；

(3) 施工结束后，应及时恢复现场地貌和植被原状。

2） 山区地区

主要为合川-虢亭管道段，地貌以中山及低山山原地貌为主。地下水类型为基岩裂隙水与岩溶裂隙水，地下水埋深较大，管道开挖一般不会揭露地下水。

(1) 工程施工时应尽可能控制施工作业带宽度和施工活动范围，避免对原有地表自然状态的过度破坏；

(2) 在施工作业带两边修筑临时排水通道，使水流从通道内流走，在较陡地段设置挡水墙，防止水土流失；

(3) 严禁在岩溶洼地、落水洞等汇水区设立施工场地、施工营地和临时厕所；

(4) 施工结束后，应及时恢复现场地貌和植被原状。

3) 平原及水网地区

主要为枝江-潜江管道段，宜昌长江穿越之后，进入两湖平原和江汉平原，主要为平原和水网地貌。地下水主要为第四系松散岩类孔隙水，地下水埋深不大，管道施工可能会揭露地下水。

(1) 严格划定施工范围，在施工前对路由采取局部优化和微调，尽可能降低对存在的分散式水井和鱼塘造成影响；

(2) 挖掘管沟时，应分层开挖、分开堆放。管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。分层回填前应清理留在土壤中的固体废物，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。回填后多余的土应平铺在田间或作为田埂、渠埂，不得随意丢弃；

(3) 由于地下水埋深浅，包气带较薄，施工过程中禁止在开挖管沟内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染包气带和地下水。临时加油点、维修点地面需敷设防渗膜，防止污油经包气带进入含水层，对近距离的水源井和鱼塘造成污染；

(4) 对于管沟开挖深度大于地下水埋深的地段，在施工过程中应在管道上、下部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度减少对地下水径流通道的扰动；尽可能将该段工程施工安排在枯水期，做好施工工序管理，管沟开挖、回填做到快挖快填，尽量不采用管沟降水措施；

(5) 施工结束后，应及时恢复现场地貌和植被原状。

9.7.2 运营期地下水环境保护措施

在运行期间，管道处于密闭输送，输送的天然气不会与地下水发生联系，故主要考虑站场作为污染源，需要采取一定的保护措施，避免其污染周边地下水环境。

1) 生活污水

参考相关工程经验，对于站场工作人员产生的生活污水，可集中收集，统一处理后二次利用。具体可采用钢筋混凝土化粪池及生活污水一体化设备处理，水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)的城市绿化标准要求后，作为站内绿化用水、道路洒水等二次利用。并且对排污罐进行定期检查，防止对周围地下水造成污染。具体污水处理

设备工艺介绍如下：

（1）初沉池：该设备初沉池为竖流式沉淀池，生活污水在沉淀池的上升流速为0.6-0.7mm/s，沉淀下来的污泥用空气提至污泥池；

（2）接触氧化池：初沉后的水自流至接触池进行生化处理，接触池分为三级，总停留时间为4h以上，加强型设备接触氧化时间可达6h，填料为新颖梯形填料，易结膜、不堵塞，填料比表面积为160m^2/m^3，接触池气水比在12：1左右；

（3）二沉池：生化后的污水流到二沉池，二沉池为二只竖流式沉淀池并联运行，上升流速为0.3-0.4mm/s，排泥采用空气提至污泥池；

（4）消毒池与消毒装置：消毒池按规范“TJ14-74”标准为30分钟，采用固体氯片接触溶解的消毒方式。消毒池与消毒装置能根据出水量的大小不断改变加药量，达到多出水多加药、少出水少加药的目的，需要其它装置可另行配置；

（5）污泥池：初沉池、二沉池的所有污泥均用泵吸或空气提至污泥池内进行好氧氧化，污泥池的上清液加流至接触氧化池内进行再处理，消化后剩余污泥很少，一般1-2年清理一次，清理方式可用吸粪车从污泥池的检查孔伸入污泥池底部进行抽吸后外运即可；

（6）风机房、风机：风机房在消毒池的上方，风机房进口采用双层隔音，进风口有消音器、风机过滤器，因此运行无噪音。风机采用二台L型罗茨鼓风机，能自动交替运行，单台风机运行寿命为30000h左右。

2） 生产废水

定期对站场内的机械设备进行检查，发现冒滴问题及时封堵处理，并做好站场内防渗措施，运行期内须注意废水的收集和处理工作，将站内排污罐底部按照《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934-2013)处理为重点防渗区，其他生产装置区作为一般污染防治区，纳入专人监管。

因为地下水具有易污染、难治理的特点，所以在地下水环境保护工作中最重要、最有效的方式便是防止地下水污染。防止地下水污染应遵循源头控制、防止渗漏、污染应急处理的主、被动相结合的地下水保护原则。而一旦地下水受到严重污染，其治理不仅耗时耗力，而且效果微小，带来的损失不可估量，所以在工程施工及营运期全过程中应做好地下水保护工

作。

10 声环境影响评价

10.1 站场周围声环境现状调查与评价

10.1.1 站场周围声环境敏感点调查

本工程共设14座站场，根据现场调查，其中12座站场周围200m内有居民分布，具体情况见表10.1-1。

表10.1-1 各站场周围村庄分布情况

序号	站场名称	村庄名称	空间相对位置/m			距厂界最近距离/m	方位	执行标准	情况说明
			X	Y	Z				
1	垫江压气站	黄家湾1	116.02	-47.88	16	4	南侧	1	2层，砖混
		黄家湾2	-67.61	47.16	-20	43	西侧	1	2层，砖混
		黄家湾3	-56.09	251.14	-18	96	西南	1	2层，砖混
		黄家湾4	47.2	275.89	-20	98	北侧	1	2层，砖混
2	利川分输压气站	印家沟	22.34	-91.36	-5	87	南侧	1	2层，砖混
3	野三关压气站	花栎树村1	-67.67	54.98	-36	68	西侧	1	2层，砖混
		花栎树村2	47.84	-129.85	-25	86	南侧	1	2层，砖混
4	潜江分输压气站	新屋台	181.96	-90.38	0.00	70	南侧	1	2层，砖混
		曹家套	333.56	-175.01	0.00	157	南侧	1	2层，砖混
5	大英首站	木鱼石村1	-49.78	63.60	0.00	50	西侧	1	2层，砖混
		木鱼石村2	73.60	248.76	0.00	100	北侧	1	2层，砖混
6	恩施分输清管站	严家井1	144.83	150.44	0.00	57	东北	1	2层，砖混
		严家井2	41.31	236.87	0.00	131	北侧	1	2层，砖混
		严家井3	-33.32	48.41	0.00	33	西侧	1	2层，砖混
		严家井3	-119.46	163.17	0.00	140	西北	1	2层，砖混
7	牟家坪首站	新窝明	65.54	93.02	0.00	30	北侧	1	2层，砖混
		邓子上	-31.37	50.32	0.00	31	西侧	1	2层，砖混
		甑子湾	-61.72	-111.97	0.00	128	西南	1	2层，砖混
		力行村	145.89	64.12	0.00	63	东侧	1	2层，砖混
8	老翁场接收站	平原村1	54.83	144.51	0.00	61	北侧	1	2层，砖混
		平原村2	-107.98	98.02	0.00	109	西侧	1	2层，砖混
		平原村3	37.61	-29.69	0.00	30	南侧	1	2层，砖混
		平原村4	180.95	-18.72	0.00	119	东南	1	2层，砖混
9	安岳分输站	人和镇	-100.64	-28.83	0	105	西南	1	2层，砖混
10	铜锣峡首站	金桥村1	57.54	102.97	0.00	58	北侧	1	2层，砖混
		金桥村2	-19.09	51.65	0.00	22	西北	1	2层，砖混
		金桥村3	-4.32	-50.88	0.00	57	西南	1	2层，砖混
11	黄草峡首站	但渡镇1	121.08	40.91	0.00	37	东侧	1	2层，砖混
		但渡镇2	110.58	-49.37	0.00	55	东南	1	2层，砖混
12	云台站	刘家祠1	44.48	68.69	0	31	北侧	1	2层，砖混
		刘家祠2	12.57	-31.62	0	31	南侧	1	2层，砖混
		刘家祠3	171.7	43.39	0	100	东侧	1	2层，砖混

10.1.2 站场声环境现状监测与评价

本次监测委托中科检测技术服务(重庆)有限公司、广州检验检测认证集团有限公司武汉分公司进行。监测方法按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)执行。

1) 监测布点

本次监测在12座站场周围村庄分别布设声环境监测点，共12个监测点，监测点具体位置见图10.1-1。

2) 监测项目

连续等效A声级。

3) 监测时间2021年12月～2022年1月，每个点连续监测2天，每天昼间(6：00～22：00)、夜间(22：00～06：00)各监测一次。

4) 监测与评价

噪声监测结果见表10.1-2。

表10.1-2 站场声环境现状监测结果(dB(A))

序号	站场名称	村庄名称	第一天		第二天		达标情况
			昼间	夜间	昼间	夜间	
1	利川分输压气站	印家沟	42	35	42	35	达标
2	潜江分输压气站	曹家套	46	37	48	38	达标
3	恩施分输清管站	严家井	48	43	47	40	达标
4	野三关压气站	花栎树村	45	43	45	43	达标
5	宜昌分输清管站	向家冲村	48	43	51	44	达标
6	垫江压气站	黄家湾	46	41	45	42	达标
7	铜锣峡首站	金桥村	48	40	50	39	达标
8	牟家坪首站	力行村	47	40	47	42	达标
9	老翁场接收站	平原村	43	40	46	41	达标
10	大英首站	木鱼石村	48	40	47	41	达标
11	安岳分输站	人和镇	47	42	47	42	达标
12	黄草峡首站	但渡镇	52	42	53	41	达标
	1类区标准		55	45	55	45	

根据监测结果，各站附近村庄声环境均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的1类区标准要求，各站周围声环境质量较好。

10.2 声环境影响评价

10.2.1 施工期声环境影响

1) 施工期噪声源

管道线路施工由专业队伍采用机械化方式完成，对声环境的影响主要是由施工机械、车辆造成的。目前我国管道建设施工中使用的机械、设备和运输车辆主要有：挖掘机、推土机、轮式装载车、吊管机、各类电焊机、柴油发电机组等。这些机械、设备和车辆会随着不同施工工序而使用。如：在管沟开挖时使用挖掘机，管道运输和布管时使用运输车辆，焊口时使用电焊机和发电机，下沟时使用吊管机，管沟回填时使用推土机等。

通过类比其它管道施工过程中对施工机械、设备等的噪声值实测结果，各噪声源强见表 10.2-1。

表 10.2-1　管道工程施工机械噪声测试值

序号	机械、车辆类型	测点位置(m)	噪声值(dB(A))
1	挖掘机	5	84
2	推土机	5	86
3	电焊机	1	87
4	轮式装载车	5	90
5	吊管机	5	81
6	冲击式钻机	1	87
7	柴油发电机组	1	98
8	定向钻钻机	1	95
9	爆破噪声	10	84

将各种施工机械等近似为点声源，仅考虑距离衰减进行计算，可得到施工期各种机械等在不同距离处的噪声贡献值，结果见表 10.2-2。

表 10.2-2　主要施工机械在不同距离处的噪声估算值

机械名称	离施工点不同距离的噪声值(dB(A))				
	10m	50m	100m	150m	200m
挖掘机	78	64	58	54	52
推土机	80	66	60	56	54
电焊机	67	53	47	43	41
轮式装载车	84	70	64	60	58
吊管机	75	61	55	51	49
冲击式钻机	67	53	47	43	41
柴油发电机组	78	64	58	54	52
定向钻钻机	75	61	55	51	49
爆破(洞口)	84	70	64	60	58

由表 10.2-2 可以看出，昼间主要机械在 50m 以外均不超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)限值(昼间 70dB(A))，夜间不超

标(夜间 55dB(A))距离要大于 200m。

2） 一般段管道施工影响分析

根据现场调查，本工程管道沿线 200m 范围内分布有村庄，这些村庄距离管道较近，在施工过程中，可能会受到一定程度的施工噪声影响。由于管道在局部地段的施工周期一般为几个星期，影响时间相对来说较短，在做好与当地村民的沟通工作后，其产生的噪声影响是可以接受的。

3） 站场施工影响分析

站场施工持续时间相对较长，噪声影响可能持续数月以上，且由于振捣混凝土需要使用平板振动器和振动棒，产生的噪声强度大、影响较远，部分施工场界噪声可能会短时间超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求，可能会对周边居民产生一定的影响。施工前应与周边居民做好沟通工作，及时告知周围居民，尽量避免夜间作业，避免噪声扰民。

施工期对近距离敏感点声环境进行监测，一旦发现有超标现象，根据现场实际情况采取降噪措施，如调整施工场地布局，建立临时围挡等，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)要求。

4） 山体隧道施工影响分析

本工程新建山体隧道 69 处，部分隧道进口、出口周围有近距离居民分布。一般隧道施工周期相对比较长，洞口有近距离居民时，应与周边居民做好沟通工作，施工期前及时告知周围居民，尽量避免夜间作业，确需夜间施工时，必须向当地环保部门提出申请，获准后方可在指定日期进行。

5）定向钻施工影响分析

定向钻施工场地大多位于河堤两岸，一般距离村庄较远，不会产生噪声扰民现象。若距离居民较近时，施工时应根据实际情况采取临时围挡等降噪措施，避免施工噪声扰民。

施工期间应提前做好居民的沟通工作，施工场地布置时尽量远离居民，同时避免高噪声设备夜间施工，尽量减轻施工噪声对周围居民的影响。施工期对站场周围声环境保护目标和施工场界进行噪声监测，一旦发现超标现象，根据现场实际情况采取降噪措施，如调整施工场地布局，建立临时围挡等，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求。

6） 施工期采取的降噪措施

为防止施工期噪声对周围敏感点造成影响，应加强施工期噪声的监督管理，积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。施工期采取的降噪措施具体如下：

(1) 加大声源治理力度。选择低噪声施工工艺，机械鼓励使用低噪声设备，使用低噪声运输车辆，加强设备、车辆的日常维修保养，避免超过正常噪声运转。

(2) 合理布局施工现场。避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声压级过高。

(3) 合理安排施工时间。在制定施工计划时，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，高噪声设备施工安排在日间，管线运输、吊装应安排在日间，夜间减少施工量或尽量不施工。

(4) 在距居民区较近地段施工时，要避免夜间作业，以防噪声扰民。严格执行《建筑施工场界噪声限值》对施工阶段噪声的要求。需要在夜间施工时，必须向当地相关管理部门提出申请，获准后方可在指定日期进行，并提前告知附近居民。施工车辆路过村庄时禁止鸣笛。

(5) 合理安排物料运输路线，加强进出场地运输车辆管理，优先使用低噪声运输工具。施工车辆路过近距离村庄时禁止鸣笛。

(6) 施工期对近距离敏感点声环境进行监测，一旦发现有超标现象，根据现场实际情况采取降噪措施，如调整施工场地布局，建立临时围挡等，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求。

(7) 隧道爆破降噪措施：钻爆隧道禁止夜间爆破施工。减小爆破的用药量和爆破次数。对于岩石开挖厚度小于 2m 的区域，一次性钻至设计深度，岩石开挖厚度大于 2m 的区域分 2 层进行爆破。在开挖过程中，设计对完整岩质层采用光面爆破、对破碎岩层采用预裂爆破作业，可有效的减少爆破对围岩和破碎岩石的扰动，保证保留岩体免遭破坏，减少超、欠挖和支护工作量，增加岩壁的稳定性。

(8) 加强对施工期噪声的监督管理。建设单位按《建筑施工场界环境噪声排放标准》，对施工现场进行定期检查，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行处理。同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

10.2.2　运行期声环境影响

10.2.2.1　站场噪声源分析

1)　各站场噪声源强

本工程设置 14 座站场，其中有压气站 5 座，分输站等 9 座。压气站主要噪声源包括压缩机组(电驱)、空冷器、空气压缩机、过滤分离器等。此外，当站场发生异常超压或检修时，放空系统会产生强噪声，噪声值在 90dB(A)～105dB(A)之间。

2)　设计拟采取的降噪措施

(1)　在初步设计时，对站场平面布置进行优化布局。各站场厂界设置 2.5m 高实体围墙。

(2)　设备选型时选用低噪声设备，压缩机、空压机声压级小于 85dB(A)，空冷器声压级小于 80dB(A)。

(3)　在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声。

(4)　压缩机设置专门压缩机厂房，厂房采用钢结构设计，压缩机组基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门窗；进风口、出风口设置消声器。

(5)　空压机放置在室内，厂房采用混凝土框架结构，空压机基础采用钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施；采用隔声门窗；进风口、出风口设置消声器。

(6)　空冷器设置进气消声器、排气消声器。

采取上述降噪措施后，本工程各站场主要噪声源情况统计见表 10.2-3～10.2-9。

表 10.2-3 垫江压气站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.93	76.75	1	42.37	72.26	昼、夜	26	46.26	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.93	76.75	1	14.67	72.29	昼、夜	26	46.29	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.93	76.75	1	39.09	72.26	昼、夜	26	46.26	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	63.93	76.75	1	12.50	72.30	昼、夜	26	46.30	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	93.95	77.53	1	12.34	72.30	昼、夜	26	46.30	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	93.95	77.53	1	15.41	72.28	昼、夜	26	46.28	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	93.95	77.53	1	69.11	72.26	昼、夜	26	46.26	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	93.95	77.53	1	11.76	72.30	昼、夜	26	46.30	1
9	压缩机房	压缩机 3	85/1	33.3	77.19	1	72.99	72.26	昼、夜	26	46.26	1
10	压缩机房	压缩机 3	85/1	33.3	77.19	1	15.16	72.29	昼、夜	26	46.29	1
11	压缩机房	压缩机 3	85/1	33.3	77.19	1	8.46	72.35	昼、夜	26	46.35	1
12	压缩机房	压缩机 3	85/1	33.3	77.19	1	12.01	72.30	昼、夜	26	46.30	1
13	综合设备库房	空压机 1	85/1	149.42	148.12	1	5.69	82.18	昼、夜	31	51.18	1
14	综合设备库房	空压机 1	85/1	149.42	148.12	1	3.22	82.22	昼、夜	31	51.22	1
15	综合设备库房	空压机 1	85/1	149.42	148.12	1	6.31	82.17	昼、夜	31	51.17	1
16	综合设备库房	空压机 1	85/1	149.42	148.12	1	13.08	82.16	昼、夜	31	51.16	1
17	综合设备库房	空压机 2	85/1	139.39	147.89	1	5.97	82.17	昼、夜	31	51.17	1
18	综合设备库房	空压机 2	85/1	139.39	147.89	1	13.25	82.16	昼、夜	31	51.16	1
19	综合设备库房	空压机 2	85/1	139.39	147.89	1	6.17	82.17	昼、夜	31	51.17	1
20	综合设备库房	空压机 2	85/1	139.39	147.89	1	3.06	82.23	昼、夜	31	51.23	1

表 10.2-4 利川压气站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	47.13	148.49	1	13.91	71.55	昼、夜	26	45.55	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	47.13	148.49	1	64.80	71.51	昼、夜	26	45.51	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	47.13	148.49	1	14.17	71.55	昼、夜	26	45.55	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	47.13	148.49	1	35.16	71.52	昼、夜	26	45.52	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	71.61	149.27	1	13.13	71.56	昼、夜	26	45.56	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	71.61	149.27	1	40.33	71.52	昼、夜	26	45.52	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	71.61	149.27	1	14.95	71.55	昼、夜	26	45.55	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	71.61	149.27	1	59.65	71.51	昼、夜	26	45.51	1
9	压缩机房	压缩机 3	85/1	23.69	148.49	1	13.91	71.55	昼、夜	26	45.55	1
10	压缩机房	压缩机 3	85/1	23.69	148.49	1	88.24	71.51	昼、夜	26	45.51	1
11	压缩机房	压缩机 3	85/1	23.69	148.49	1	14.17	71.55	昼、夜	26	45.55	1
12	压缩机房	压缩机 3	85/1	23.69	148.49	1	11.72	71.57	昼、夜	26	45.57	1
13	综合设备库房	空压机 1	85/1	-36.99	109.82	1	18.82	80.05	昼、夜	31	49.05	1
14	综合设备库房	空压机 1	85/1	-36.99	109.82	1	6.28	80.07	昼、夜	31	49.07	1
15	综合设备库房	空压机 1	85/1	-36.99	109.82	1	10.36	80.06	昼、夜	31	49.06	1
16	综合设备库房	空压机 1	85/1	-36.99	109.82	1	5.74	80.08	昼、夜	31	49.08	1
17	综合设备库房	空压机 2	85/1	-36.86	105.26	1	23.38	80.05	昼、夜	31	49.05	1
18	综合设备库房	空压机 2	85/1	-36.86	105.26	1	6.16	80.07	昼、夜	31	49.07	1
19	综合设备库房	空压机 2	85/1	-36.86	105.26	1	5.80	80.08	昼、夜	31	49.08	1
20	综合设备库房	空压机 2	85/1	-36.86	105.26	1	5.90	80.08	昼、夜	31	49.08	1
21	综合设备库房	空压机 3	85/1	-37.01	114.1	1	14.54	80.05	昼、夜	31	49.05	1
22	综合设备库房	空压机 3	85/1	-37.01	114.1	1	6.29	80.07	昼、夜	31	49.07	1
23	综合设备库房	空压机 3	85/1	-37.01	114.1	1	14.64	80.05	昼、夜	31	49.05	1
24	综合设备库房	空压机 3	85/1	-37.01	114.1	1	5.70	80.08	昼、夜	31	49.08	1

表 10.2-5　野三关压气站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	90.3	82.95	1	13.09	72.21	昼、夜	26	46.21	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	90.3	82.95	1	11.40	72.22	昼、夜	26	46.22	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	90.3	82.95	1	70.15	72.17	昼、夜	26	46.17	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	90.3	82.95	1	15.02	72.20	昼、夜	26	46.20	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	91.14	52.56	1	43.48	72.17	昼、夜	26	46.17	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	91.14	52.56	1	10.71	72.22	昼、夜	26	46.22	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	91.14	52.56	1	39.75	72.17	昼、夜	26	46.17	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	91.14	52.56	1	15.78	72.19	昼、夜	26	46.19	1
9	压缩机房	压缩机 3	85/1	90.93	22.39	1	73.65	72.17	昼、夜	26	46.17	1
10	压缩机房	压缩机 3	85/1	90.93	22.39	1	11.07	72.22	昼、夜	26	46.22	1
11	压缩机房	压缩机 3	85/1	90.93	22.39	1	9.59	72.24	昼、夜	26	46.24	1
12	压缩机房	压缩机 3	85/1	90.93	22.39	1	15.49	72.19	昼、夜	26	46.19	1
13	综合设备间	空压机 1	85/1	39.99	132.3	1	7.19	77.65	昼、夜	31	46.65	1
14	综合设备间	空压机 1	85/1	39.99	132.3	1	3.67	77.75	昼、夜	31	46.75	1
15	综合设备间	空压机 1	85/1	39.99	132.3	1	4.82	77.69	昼、夜	31	46.69	1
16	综合设备间	空压机 1	85/1	39.99	132.3	1	50.55	77.61	昼、夜	31	46.61	1
17	综合设备间	空压机 2	85/1	31.93	132.05	1	7.45	77.65	昼、夜	31	46.65	1
18	综合设备间	空压机 2	85/1	31.93	132.05	1	11.73	77.63	昼、夜	31	46.63	1
19	综合设备间	空压机 2	85/1	31.93	132.05	1	4.56	77.70	昼、夜	31	46.70	1
20	综合设备间	空压机 2	85/1	31.93	132.05	1	42.49	77.62	昼、夜	31	46.62	1

表 10.2-6 潜江压气站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	189.25	113.11	1	14.60	72.08	昼、夜	26	46.08	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	189.25	113.11	1	12.80	72.09	昼、夜	26	46.09	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	189.25	113.11	1	69.29	72.05	昼、夜	26	46.05	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	189.25	113.11	1	14.64	72.08	昼、夜	26	46.08	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	189.22	54.58	1	73.13	72.05	昼、夜	26	46.05	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	189.22	54.58	1	12.57	72.09	昼、夜	26	46.09	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	189.22	54.58	1	10.77	72.11	昼、夜	26	46.11	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	189.22	54.58	1	14.47	72.08	昼、夜	26	46.08	1
9	综合设备间	空压机 1	85/1	142.13	10.16	1	6.33	80.08	昼、夜	31	49.08	1
10	综合设备间	空压机 1	85/1	142.13	10.16	1	7.41	80.07	昼、夜	31	49.07	1
11	综合设备间	空压机 1	85/1	142.13	10.16	1	5.76	80.09	昼、夜	31	49.09	1
12	综合设备间	空压机 1	85/1	142.13	10.16	1	21.58	80.06	昼、夜	31	49.06	1
13	综合设备间	空压机 2	85/1	136.7	9.96	1	6.53	80.08	昼、夜	31	49.08	1
14	综合设备间	空压机 2	85/1	136.7	9.96	1	12.84	80.06	昼、夜	31	49.06	1
15	综合设备间	空压机 2	85/1	136.7	9.96	1	5.53	80.09	昼、夜	31	49.09	1
16	综合设备间	空压机 2	85/1	136.7	9.96	1	16.15	80.06	昼、夜	31	49.06	1

表 10.2-7　大英首站室内噪声源情况

序号	建筑物名称	声源名称	声源源强	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	压缩机房	压缩机 1	85/1	133.35	111.9	1	15.00	72.37	昼、夜	26	46.37	1
2	压缩机房	压缩机 1	85/1	133.35	111.9	1	16.58	72.37	昼、夜	26	46.37	1
3	压缩机房	压缩机 1	85/1	133.35	111.9	1	55.30	72.34	昼、夜	26	46.34	1
4	压缩机房	压缩机 1	85/1	133.35	111.9	1	16.27	72.37	昼、夜	26	46.37	1
5	压缩机房	压缩机 2	85/1	133.16	94.72	1	32.18	72.35	昼、夜	26	46.35	1
6	压缩机房	压缩机 2	85/1	133.16	94.72	1	16.72	72.37	昼、夜	26	46.37	1
7	压缩机房	压缩机 2	85/1	133.16	94.72	1	38.13	72.35	昼、夜	26	46.35	1
8	压缩机房	压缩机 2	85/1	133.16	94.72	1	16.13	72.37	昼、夜	26	46.37	1
9	综合设备间	空压机 1	85/1	123.35	22.98	1	5.66	77.52	昼、夜	31	46.52	1
10	综合设备间	空压机 1	85/1	123.35	22.98	1	37.59	77.46	昼、夜	31	46.46	1
11	综合设备间	空压机 1	85/1	123.35	22.98	1	7.00	77.50	昼、夜	31	46.50	1
12	综合设备间	空压机 1	85/1	123.35	22.98	1	16.66	77.47	昼、夜	31	46.47	1

表 10.2-8 垫江压气站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	153.53	75.4	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	153.06	70.4	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	153.45	64.94	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	153.22	59.87	1	70/1	昼间、夜间
5	分离器 5	153.53	54.34	1	70/1	昼间、夜间
6	分离器 6	153.14	49.42	1	70/1	昼间、夜间
7	分离器 7	152.99	91.31	1	70/1	昼间、夜间
8	分离器 8	153.3	85.7	1	70/1	昼间、夜间
9	分离器 9	153.22	80.62	1	70/1	昼间、夜间
10	分离器 10	153.6	96.38	1	70/1	昼间、夜间
11	空冷器 1	54.32	47.92	4	70/1	昼间、夜间
		73.25	47.92	4	70/1	昼间、夜间
		73.25	34.42	4	70/1	昼间、夜间
		54.32	34.42	4	70/1	昼间、夜间
12	空冷器 2	83.98	48.44	4	70/1	昼间、夜间
		102.91	48.44	4	70/1	昼间、夜间
		102.91	34.94	4	70/1	昼间、夜间
		83.98	34.94	4	70/1	昼间、夜间
13	空冷器 3	24.73	48.34	4	70/1	昼间、夜间
		43.66	48.34	4	70/1	昼间、夜间
		43.66	34.84	4	70/1	昼间、夜间
		24.73	34.84	4	70/1	昼间、夜间

表 10.2-9 利川压气站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	98.21	71.44	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	107.35	71.62	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	67.48	71.2	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	76.31	71.42	1	70/1	昼间、夜间
5	分离器 5	85.13	71.31	1	70/1	昼间、夜间
6	分离器 6	94.29	71.42	1	70/1	昼间、夜间
7	分离器 7	103.55	71.42	1	70/1	昼间、夜间
8	分离器 8	80.39	71.53	1	70/1	昼间、夜间
9	分离器 9	89.44	71.62	1	70/1	昼间、夜间
10	分离器 10	71.34	71.62	1	70/1	昼间、夜间
11	油冷器 1	28.5	170.42	3.5	80/1	昼间、夜间
12	油冷器 2	57.44	170.42	3.5	80/1	昼间、夜间
13	油冷器 3	83.42	170.28	3.5	80/1	昼间、夜间
14	油冷机组 1	19.42	171.88	2	80/1	昼间、夜间
15	油冷机组 2	19.42	168.23	2	80/1	昼间、夜间
16	油冷机组 3	48.71	171.82	2	80/1	昼间、夜间
17	油冷机组 4	48.83	168.23	2	80/1	昼间、夜间
18	油冷机组 5	74.91	171.76	2	80/1	昼间、夜间
19	油冷机组 6	74.7	168.11	2	80/1	昼间、夜间
20	空冷器 1	42.46	116.48	4	70/1	昼间、夜间
		53.99	116.48	4	70/1	昼间、夜间
		53.99	100.81	4	70/1	昼间、夜间
		42.46	100.81	4	70/1	昼间、夜间
21	空冷器 2	66.4	116.83	4	70/1	昼间、夜间
		77.93	116.83	4	70/1	昼间、夜间
		77.93	101.16	4	70/1	昼间、夜间
		66.4	101.16	4	70/1	昼间、夜间
22	空冷器 3	18.54	116.83	4	70/1	昼间、夜间
		30.07	116.83	4	70/1	昼间、夜间
		30.07	101.16	4	70/1	昼间、夜间
		18.54	101.16	4	70/1	昼间、夜间

表 10.2-10　野三关压气站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离 (dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	38.83	69.77	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	38.95	74.64	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	38.95	34.51	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	38.83	39.97	1	70/1	昼间、夜间
5	分离器 5	38.71	44.48	1	70/1	昼间、夜间
6	分离器 6	38.83	49.47	1	70/1	昼间、夜间
7	分离器 7	38.71	54.45	1	70/1	昼间、夜间
8	分离器 8	38.95	59.8	1	70/1	昼间、夜间
9	分离器 9	38.71	64.43	1	70/1	昼间、夜间
10	分离器 10	39.16	29.41	1	70/1	昼间、夜间
11	油冷器 1	67.25	36.44	3.5	80/1	昼间、夜间
12	油冷器 2	67.25	92.91	3.5	80/1	昼间、夜间
13	油冷器 3	67.45	64.17	3.5	80/1	昼间、夜间
14	油冷机组 1	65.24	53.35	2	80/1	昼间、夜间
15	油冷机组 2	69.52	53.33	2	80/1	昼间、夜间
16	油冷机组 3	65.27	24.86	2	80/1	昼间、夜间
17	油冷机组 4	69.54	24.73	2	80/1	昼间、夜间
18	油冷机组 5	65.45	81.68	2	80/1	昼间、夜间
19	油冷机组 6	69.02	81.89	2	80/1	昼间、夜间
20	空冷器 1	111.48	62.05	4	70/1	昼间、夜间
		130.46	62.39	4	70/1	昼间、夜间
		130.72	47.68	4	70/1	昼间、夜间
		111.74	47.33	4	70/1	昼间、夜间
21	空冷器 2	112.16	31.1	4	70/1	昼间、夜间
		131.14	31.44	4	70/1	昼间、夜间
		131.4	16.73	4	70/1	昼间、夜间
		112.42	16.38	4	70/1	昼间、夜间
22	空冷器 3	111.65	92.14	4	70/1	昼间、夜间
		130.63	92.48	4	70/1	昼间、夜间
		130.89	77.77	4	70/1	昼间、夜间
		111.91	77.42	4	70/1	昼间、夜间

10.2-11　潜江压气站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	344.75	74.18	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	349.54	74.7	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	305.16	74.05	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	311.24	74.44	1	70/1	昼间、夜间
5	分离器 5	316.54	74.18	1	70/1	昼间、夜间
6	分离器 6	322.49	74.7	1	70/1	昼间、夜间
7	分离器 7	327.41	74.44	1	70/1	昼间、夜间
8	分离器 8	333.49	74.31	1	70/1	昼间、夜间
9	分离器 9	338.28	74.18	1	70/1	昼间、夜间
10	分离器 10	300.37	74.31	1	70/1	昼间、夜间
11	油冷器 1	166.94	124.58	3.5	80/1	昼间、夜间
12	油冷器 2	167.21	67.15	3.5	80/1	昼间、夜间
13	油冷机组 1	164.88	55.03	2	80/1	昼间、夜间
14	油冷机组 2	168.92	113.19	2	80/1	昼间、夜间
15	油冷机组 3	168.75	54.98	2	80/1	昼间、夜间
16	油冷机组 4	165.05	113.31	2	80/1	昼间、夜间
17	空冷器 1	215.43	47.65	4	70/1	昼间、夜间
		215.21	62.23	4	70/1	昼间、夜间
		237.55	62.47	4	70/1	昼间、夜间
		237.73	47.92	4	70/1	昼间、夜间
18	空冷器 2	215.74	105.45	4	70/1	昼间、夜间
		215.67	119.77	4	70/1	昼间、夜间
		237.46	119.8	4	70/1	昼间、夜间
		237.58	105.21	4	70/1	昼间、夜间

表 10.2-12　大英首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	344.75	74.18	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	349.54	74.7	1	70/1	昼间、夜间
3	空冷器 1	215.43	47.65	4	70/1	昼间、夜间
		215.21	62.23	4	70/1	昼间、夜间
		237.55	62.47	4	70/1	昼间、夜间
		237.73	47.92	4	70/1	昼间、夜间
4	空冷器 2	215.74	105.45	4	70/1	昼间、夜间
		215.67	119.77	4	70/1	昼间、夜间
		237.46	119.8	4	70/1	昼间、夜间
		237.58	105.21	4	70/1	昼间、夜间

表 10.2-13　恩施分输清管站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	21.92	28.67	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	21.92	42.98	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	21.92	21.98	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	21.92	49.87	1	70/1	昼间、夜间

表 10.2-14　宜昌分输清管站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	49.77	24.96	1	70/1	昼间、夜间
2	分离器 2	28.91	25.21	1	70/1	昼间、夜间
3	分离器 3	42.93	25.21	1	70/1	昼间、夜间
4	分离器 4	21.82	25.21	1	70/1	昼间、夜间
5	调压撬	41.26	77.94	1	85/1	昼间、夜间

表 10.2-15　牟家坪首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	20.29	19.6	1	70/1	昼间、夜间

表 10.2-16　老翁场接收站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	33.8	29.31	1	70/1	昼间、夜间

表 10.2-17　铜锣峡首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	37.47	27.81	1	70/1	昼间、夜间

表 10.2-18　黄草峡首站室外噪声源情况

序号	声源名称	空间相对位置/m			声压级/距声源距离(dB(A)/m)	运行时段
		X	Y	Z		
1	分离器 1	33.32	23.1	1	70/1	昼间、夜间

10.2.2.2　运行期站场噪声影响预测

1）　预测模型

采用《环境影响评价技术导则－声环境》(HJ 2.4-2021)中的

工业噪声预测模式。

(1) 户外声传播衰减

$$L_p(r)=L_w+D_C-(A_{div}+A_{atm}+A_{gr}+A_{bar}+A_{misc})$$

式中：$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

L_w ——由点声源产生的声功率级(A计权或倍频带)，dB；

D_C ——指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级Lw的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} ——几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar} ——障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc} ——其他多方面效应引起的衰减，dB。

(2) 室内声源等效为室外声源声功率级

$$L_{p2}=L_{p1}-(TL+6)$$

式中：L_{p1}—靠近开口处(或窗户)室内某倍频带的声压级，dB；

L_{p2}—靠近开口处(或窗户)室外某倍频带的声压级，dB；

TL—隔墙(或窗户)倍频带的隔声量，dB。

(3) 某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级

$$L_{p1}=L_w+10\lg\left(\frac{Q}{4\pi r^2}+\frac{4}{R}\right)$$

式中：Lw—倍频带声功率级，dB；

r — 声源到靠近围护结构处的距离，m；

R — 房间常数，m^2；

Q — 方向性因子。

(4) 所有室内声源在靠近围护结构处产生的i倍频带叠加声压级

$$L_{p1i}(T)=10\lg\left(\sum_{j=1}^{N}10^{0.1L_{p1ij}}\right)$$

式中：$L_{p1i}(T)$—靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带叠加声压级，dB；

L_{p1ij}—室内 j 声源倍频带声压级，dB；

N —室内声源总数。

(5) 室内近似为扩散声场，室外围护结构处的声压级

$$L_{p2i}(T)=L_{p1i}(T)-(TL_i+6)$$

式中：$L_{p2i}(T)$ —靠近围护结构处室外N个声源i倍频带的叠加声压级，dB；

$L_{p1i}(T)$ —靠近围护结构处室内N个声源i倍频带的叠加声压级，dB；

TL_i —围护结构i倍频带的隔声量，dB。

(6) 中心位置位于透声面积(S)处的等效声源倍频带声功率级：

$$L_w=L_{p2}(T)+10\lg S$$

式中：L_w—中心位置位于透声面积(S)处的等效声源的倍频带声功率级，dB；

$L_{p2}(T)$—靠近围护结构处室外声源的声压级，dB；

S—透声面积，m^2。

(7) 工业企业噪声计算

$$L_{eqg}=10\lg\left[\frac{1}{T}\left(\sum_{i=1}^{N}t_i 10^{0.1L_{Ai}}+\sum_{j=1}^{M}t_j 10^{0.1L_{Aj}}\right)\right]$$

式中：L_{eqg}—建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

T—用于计算等效声级的时间，s；

N—室外声源个数；

t_i—在 T 时间内 i 声源工作时间，s；

M—等效室外声源个数；

t_j—在 T 时间内 j 声源工作时间，s。

2） 预测结果及分析

根据《环境影响评价技术导则－声环境》(HJ2.4-2021)，厂界噪声以工程噪声贡献值作为评价量。各站主要声源基本都属于稳态声源，因此昼间和夜间的声源参数相同，贡献值也相同。

正常工况下，安岳分输站、大盛站、云台站均无高噪声设备运行，不对其进行厂界噪声预测。

(1) 各压气站厂界噪声预测

将各站主要噪声源代入计算模型，各站建筑物参数输入模型，根据站场平面布置，计算得出各站厂界噪声贡献值，计算结果见表10.2-19。

表 10.2-19 各站场厂界噪声预测(dB(A))

站 场	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
垫江压气站	48.12	52.29	48.20	47.67
利川分输压气站	47.49	49.65	52.60	40.74
野三关压气站	54.21	53.16	54.44	47.62
潜江分输压气站	41.84	52.36	36.70	46.17
大英首站	40.19	42.12	59.25	61.08

由表10.2-19可见，各压气站厂界噪声均不能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准。超标原因主要是空冷器声压级较高。

针对各压气站厂界噪声超标问题，本评价提出在垫江压气站空冷器西侧、南侧设置高约8m、长约150m的隔声屏障；利川分输压气站西侧围墙设置隔声屏障(2.2m高砖墙+3.8m高声屏障)，长约320m；野三关压气站东侧围墙设置隔声屏障(2.2m高砖墙+4.8m高声屏障)，长约250m，西侧围墙设置隔声屏障(2.2m高砖墙+1.8m高声屏障)，长约240m；潜江分输压气站南侧围墙设置隔声屏障(2.2m高砖墙+1.3m高声屏障)，长约400m；大英首站北侧围墙设置隔声屏障(2.2m高砖墙+3.8m高声屏障)，长约200m。

各压气站采取隔声屏障降噪措施后，厂界噪声计算结果见表

10.2-20。

表 10.2-20　各站场厂界噪声预测(dB(A))

站　场	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
垫江压气站	35.93	39.28	40.49	46.97
利川压气站	47.49	47.76	45.65	37.24
野三关压气站	47.58	46.66	46.55	47.62
潜江分输压气站	41.84	46.52	36.70	46.17
大英首站	40.19	42.12	49.49	41.36

由表 10.2-20 预测结果，各压气站采取降噪措施后，厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。各压气站

(2)　分输站厂界噪声预测

将各站主要噪声源代入计算模型，各站建筑物参数输入模型，根据站场平面布置，计算得出各站厂界噪声贡献值，计算结果见表 10.2-21。

表 10.2-21　各站场厂界噪声预测(dB(A))

站　场	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
恩施分输清管站	32.45	43.77	45.97	35.51
宜昌分输清管站	45.11	46.92	49.25	49.85
牟家坪首站	29.84	42.77	42.42	33.34
老翁场接收站	37.55	37.87	36.29	31.33
铜锣峡首站	32.34	41.00	36.30	44.78
黄草峡首站	32.28	40.57	36.33	45.14

由表 10.2-23 可见，各分输站场厂界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。

各站厂界噪声预测等声级线分布图见图 10.2-1～12。

(3)　声环境保护目标噪声预测

根据调查，各站场周边均没有其他工业企业等噪声源，未监测居民点的噪声背景值通过相同站场已测点位监测数据类比分析取值。

本工程各站场周围近距离敏感点噪声预测见表 10.2-22。

表10.2-22　声环境保护目标噪声预测结果与达标性分析

序号	站场名称	保护目标名称	噪声背景值/dB(A)		噪声标准 dB(A)		噪声贡献值/dB(A)	噪声预测值/dB(A)		较现状增量/dB(A)		达标情况	
			昼	夜	昼	夜	昼、夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
1	垫江压气站	黄家湾 1	45.5	41.5	50	45	41.92	47.08	44.73	1.58	3.23	达标	达标
2		黄家湾 2	45.5	41.5	50	45	31.22	45.66	41.89	0.16	0.39	达标	达标
3		黄家湾 3	45.5	41.5	50	45	25.54	45.54	41.61	0.04	0.11	达标	达标
4		黄家湾 4	45.5	41.5	50	45	31.16	45.66	41.88	0.16	0.38	达标	达标
5	利川分输压气站	印家沟	42.0	35.0	50	45	41.32	44.68	42.23	2.68	7.23	达标	达标
6	野三关压气站	花栎树村 1	45.0	43.0	50	45	29.35	45.12	43.18	0.12	0.18	达标	达标
7		花栎树村 2	45.0	43.0	50	45	34.58	45.38	43.58	0.38	0.58	达标	达标
8	潜江压气站	新屋台	47.0	37.5	50	45	43.91	48.73	44.81	1.73	7.31	达标	达标
9		曹家套	47.0	37.5	50	45	39.21	47.67	41.45	0.67	3.95	达标	达标
10	大英首站	木鱼石村 1	47.5	41.5	50	45	41.59	48.49	44.09	0.99	2.59	达标	达标
11		木鱼石村 2	47.5	41.5	50	45	42.04	48.59	44.35	1.09	2.85	达标	达标
12	恩施分输站	严家井 1	47.50	41.50	50	45	26.60	47.54	41.64	0.04	0.14	达标	达标
13		严家井 2	47.50	41.50	50	45	24.90	47.52	41.59	0.02	0.09	达标	达标
14		严家井 3	47.50	41.50	50	45	36.75	47.85	42.76	0.35	1.26	达标	达标
15		严家井 4	47.50	41.50	50	45	25.43	47.53	41.61	0.03	0.11	达标	达标
16	牟家坪首站	新窝明	47.00	41.00	50	45	26.82	47.04	41.16	0.04	0.16	达标	达标
17		邓子上	47.00	41.00	50	45	30.29	47.09	41.35	0.09	0.35	达标	达标
18		甑子湾	47.00	41.00	50	45	21.31	47.01	41.05	0.01	0.05	达标	达标
19		力行村	47.00	41.00	50	45	22.72	47.02	41.06	0.02	0.06	达标	达标
20	老翁场接收站	平原村 1	44.50	40.50	50	45	23.93	44.54	40.59	0.04	0.09	达标	达标
21		平原村 2	44.50	40.50	50	45	21.16	44.52	40.55	0.02	0.05	达标	达标
22		平原村 3	44.50	40.50	50	45	30.46	44.67	40.91	0.17	0.41	达标	达标
23		平原村 4	44.50	40.50	50	45	21.32	44.52	40.55	0.02	0.05	达标	达标
24	铜锣峡首站	金桥村 1	49.00	39.50	50	45	27.80	49.03	39.78	0.03	0.28	达标	达标
25		金桥村 2	49.00	39.50	50	45	30.09	49.06	39.97	0.06	0.47	达标	达标

序号	站场名称	保护目标名称	噪声背景值/dB(A)		噪声标准 dB(A)		噪声贡献值/dB(A)	噪声预测值/dB(A)		较现状增量/dB(A)		达标情况	
			昼	夜	昼	夜	昼、夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
26		金桥村 3	49.00	39.50	50	45	26.51	49.02	39.71	0.02	0.21	达标	达标
27	黄草峡首站	但渡镇 1	52.50	41.50	50	45	26.46	52.51	41.63	0.01	0.13	达标	达标
28		但渡镇 2	52.50	41.50	50	45	24.87	52.51	41.59	0.01	0.09	达标	达标

根据表 10.2-22 预测结果可知，各站周围声环境保护目标噪声预测值均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1 类区标准。

(4)　非正常工况声环境影响预测

当管道站场检修或发生异常超压时，放空立管会产生高噪声，其噪声值约为 100dB(A)，各站场、阀室放空噪声源强大致相同。通过对陕京线等多条输气管道站场运行调查，发生概率很小(1～2 次/a)，且持续时间很短，为瞬时强噪声。

非正常工况声环境影响预测采用点声源几何发散衰减模式，公式如下：

$$L_P(r)= L_P(r_o)-20Lg(r/r_0)-\triangle L_{oct}$$

式中：

$L_{P(r)}$ —点声源在预测点产生的倍频带声压；

$L_{P(ro)}$ —参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r —预测点距声源的距离，m；

r_0 —参考位置距声源的距离，m；

$\triangle L_{oct}$ —各种因素引起的衰减量(包括声屏障、遮挡物和空气吸收、地面效应引起的衰减量)。

非正常工况放空立管噪声预测结果见表 10.2-23。

表 10.2-23　非正常工况放空立管噪声预测

噪声源	距离放空立管不同距离的噪声值(dB(A))					
	1m	32m	50m	100m	150m	200m
放空噪声	100	70.00	66.02	60.00	56.48	53.98

由表 10.2-23 预测结果可知，在距离 100m 处其噪声贡献值即能符合《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中农村地区“夜间突发噪声”标准 60dB(A)的要求。鉴于噪声值会随距离的增大而衰减，建议各站场放空立管的噪声控制距离为 100m。

放空噪声具有突然性且声级较大，除异常超压情况外，应有控制的尽量安排在白天进行，在检修放空前应及时告知周围居民，并做好沟通工作。检修放空应不影响周围居民的正常生产、生活和休息。

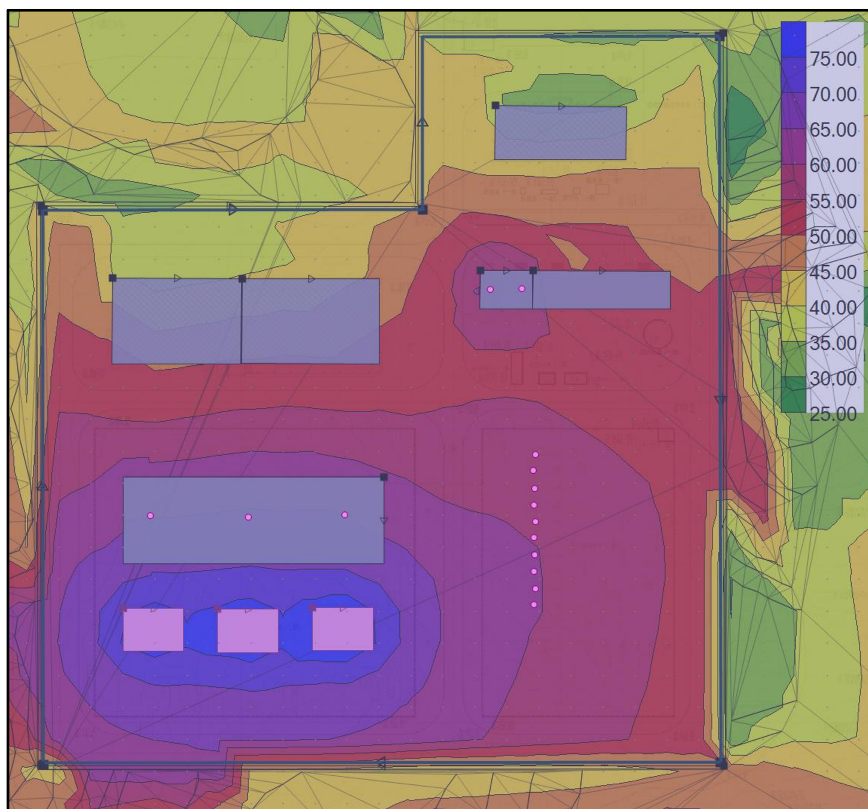


图 10.2-1(1)　垫江压气站等声级线分布图（采取措施前）

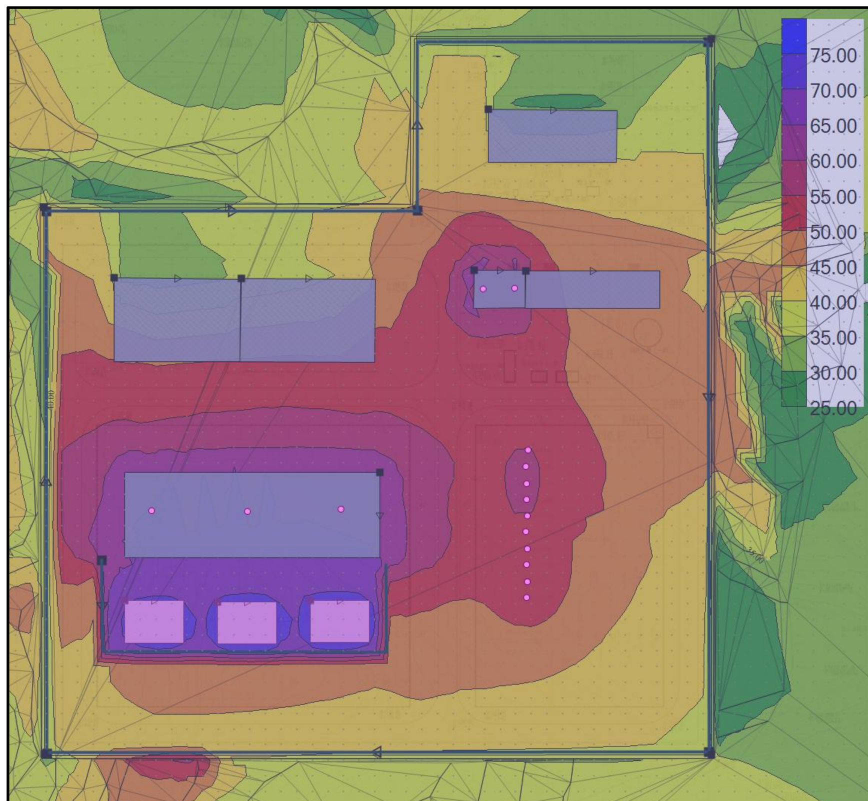


图 10.2-1(2)　垫江压气站等声级线分布图（采取措施后）

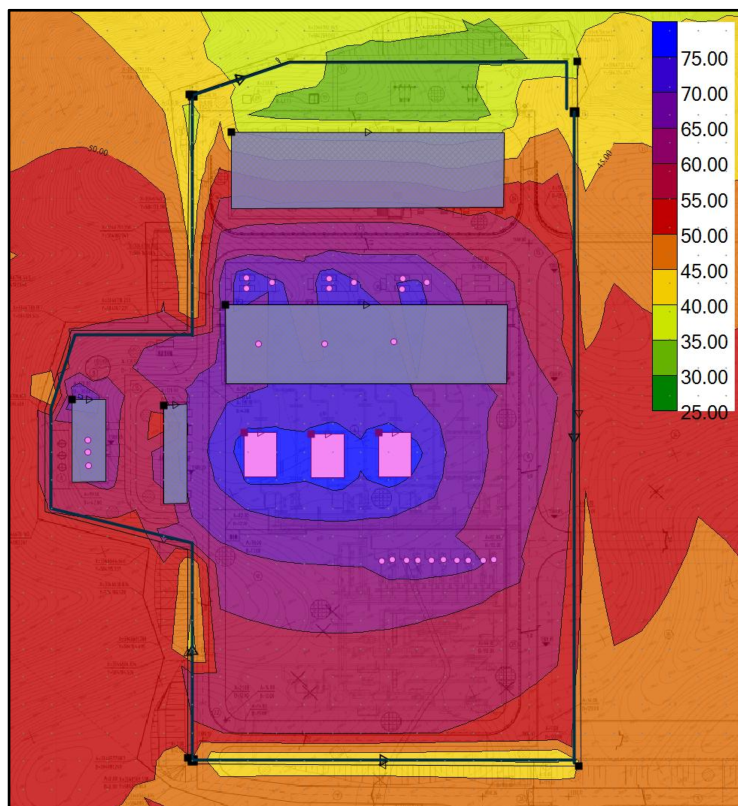


图 10.2-2(1)　利川分输压气站等声级线分布图（采取措施前）

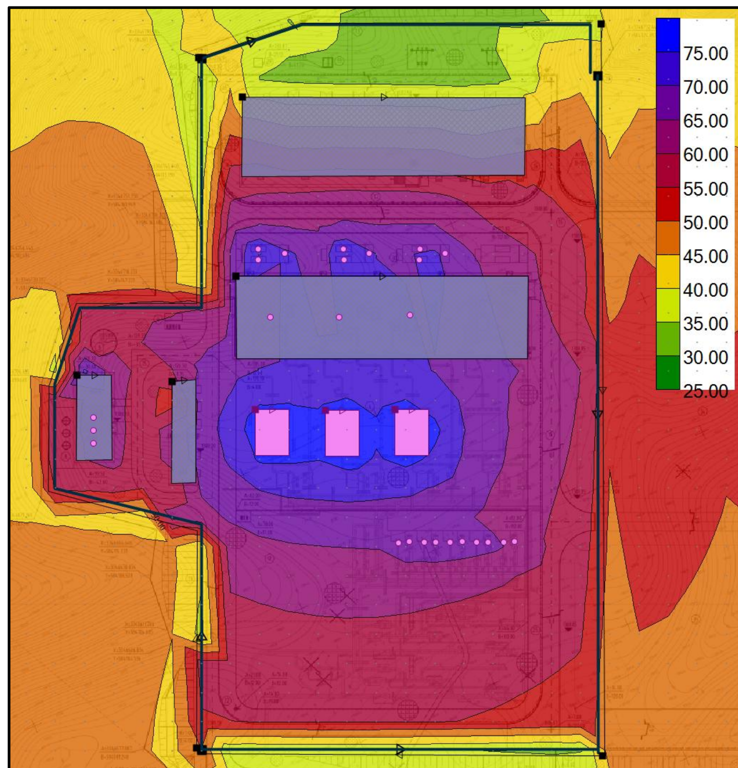


图 10.2-2(2)　利川分输压气站等声级线分布图（采取措施后）

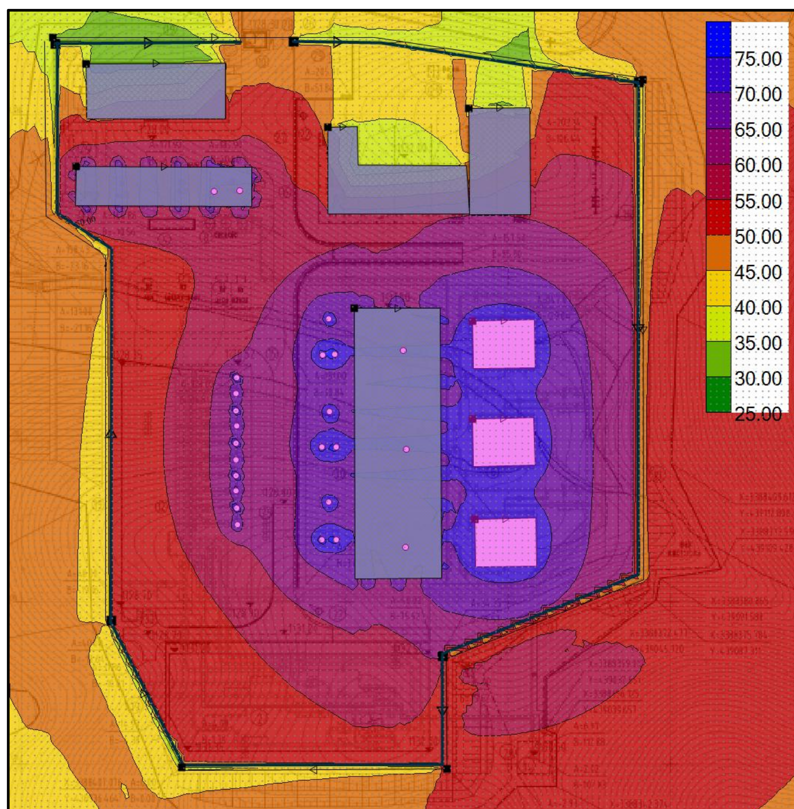


图 10.2-3(1)　野三关压气站等声级线分布图（采取措施前）

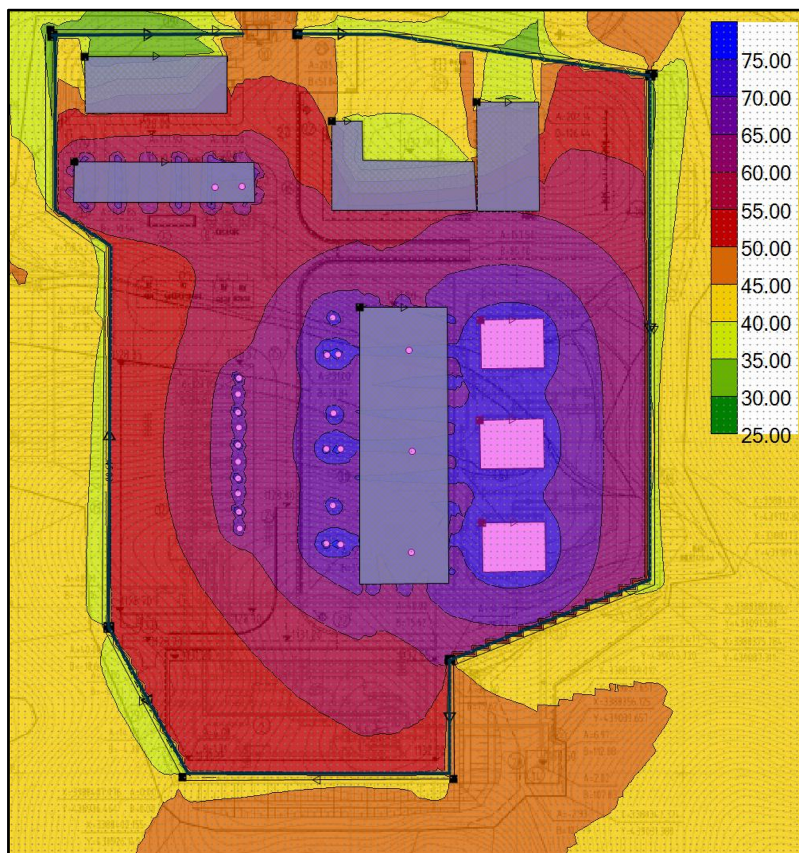


图 10.2-3(2)　野三关压气站等声级线分布图（采取措施后）

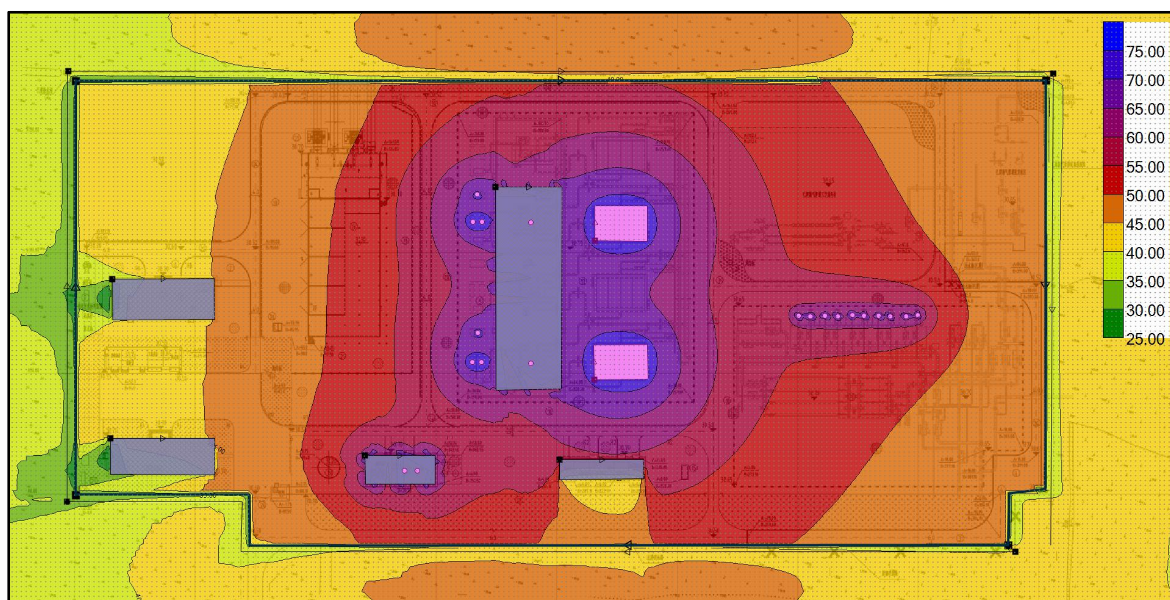


图 10.2-4(1)　潜江压气站等声级线分布图（采取措施前）

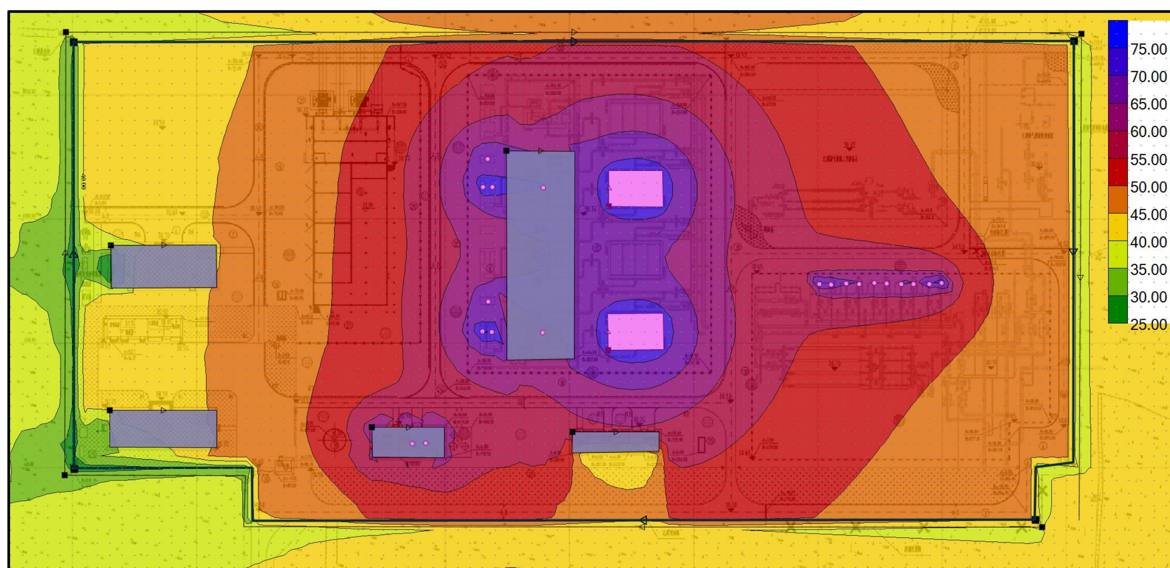


图 10.2-4(2)　潜江压气站等声级线分布图（采取措施后）

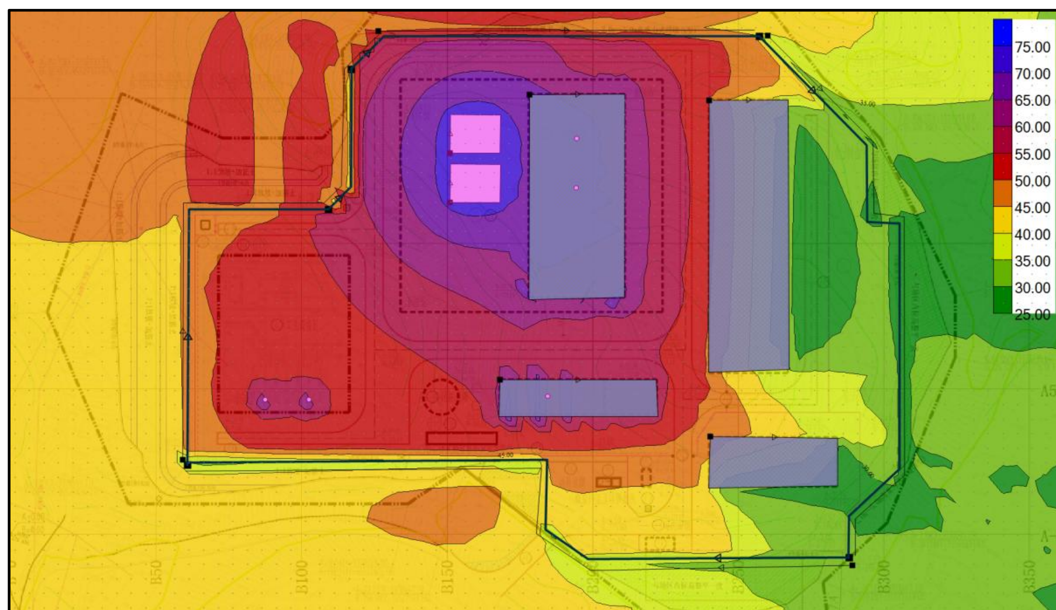


图 10.2-5(1)　大英首站等声级线分布图（采取措施前）

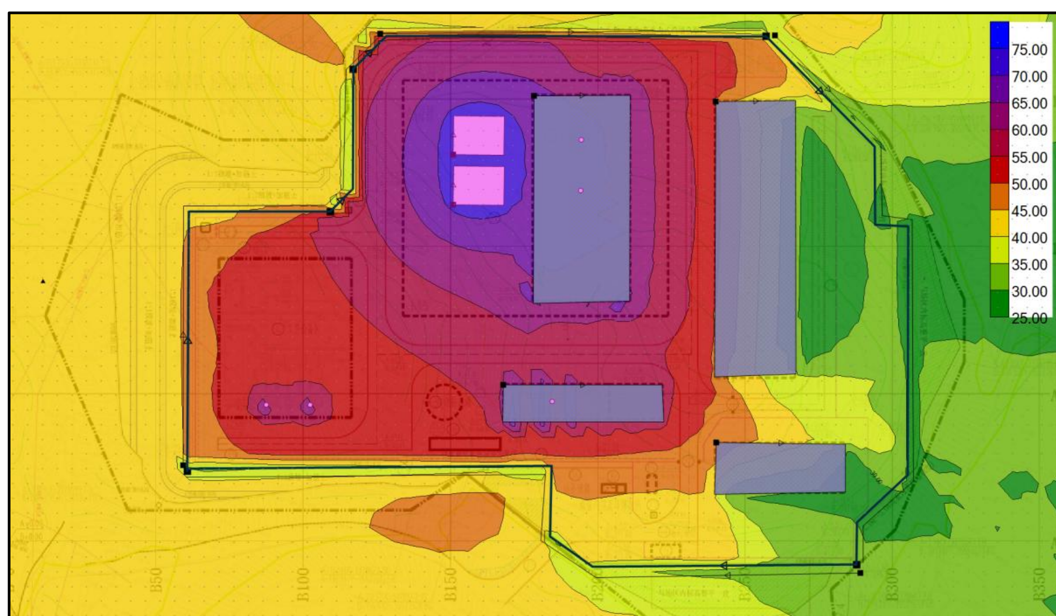


图 10.2-5(2)　大英首站等声级线分布图（采取措施后）

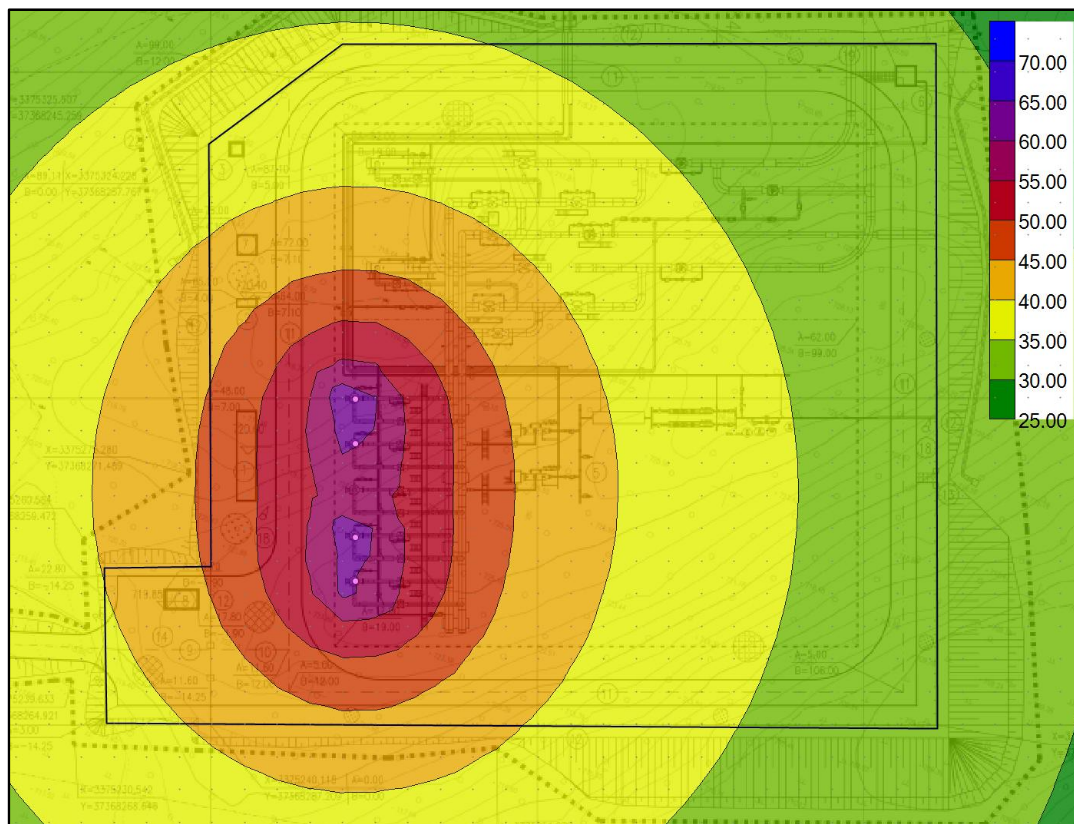


图 10.2-6　恩施分输清管站等声级线分布图

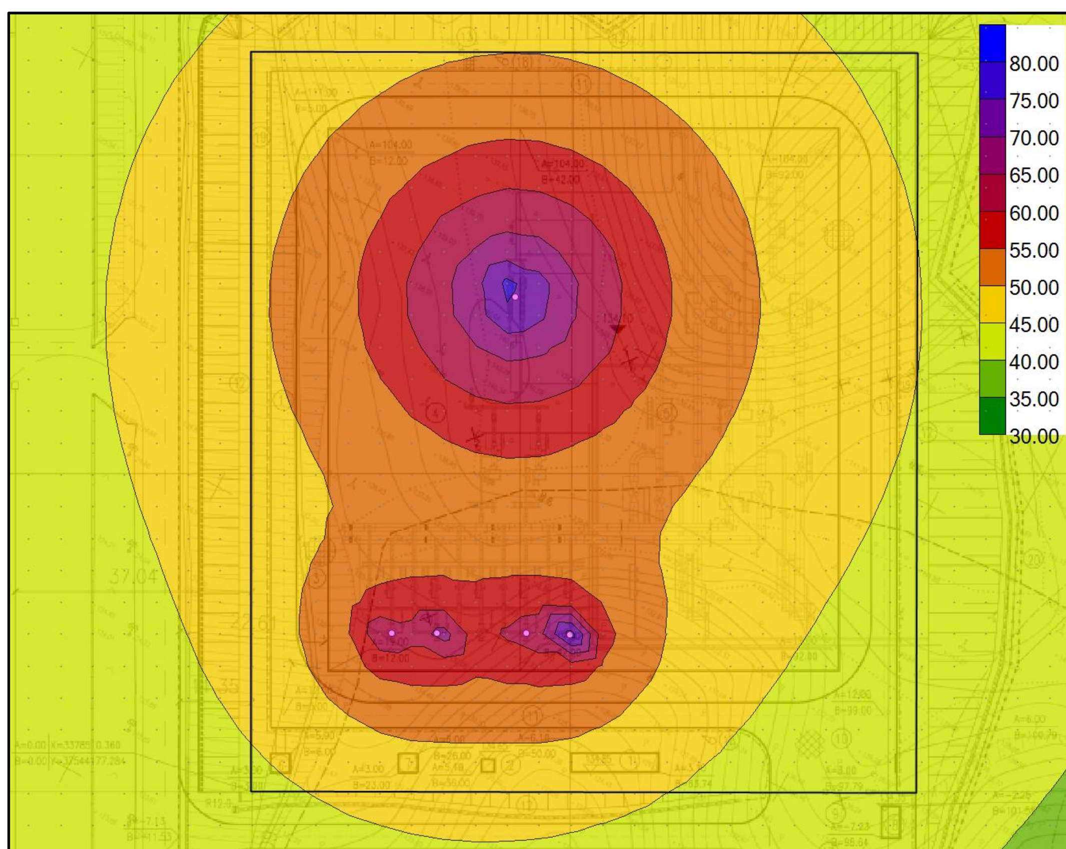


图 10.2-7　宜昌分输清管站等声级线分布图

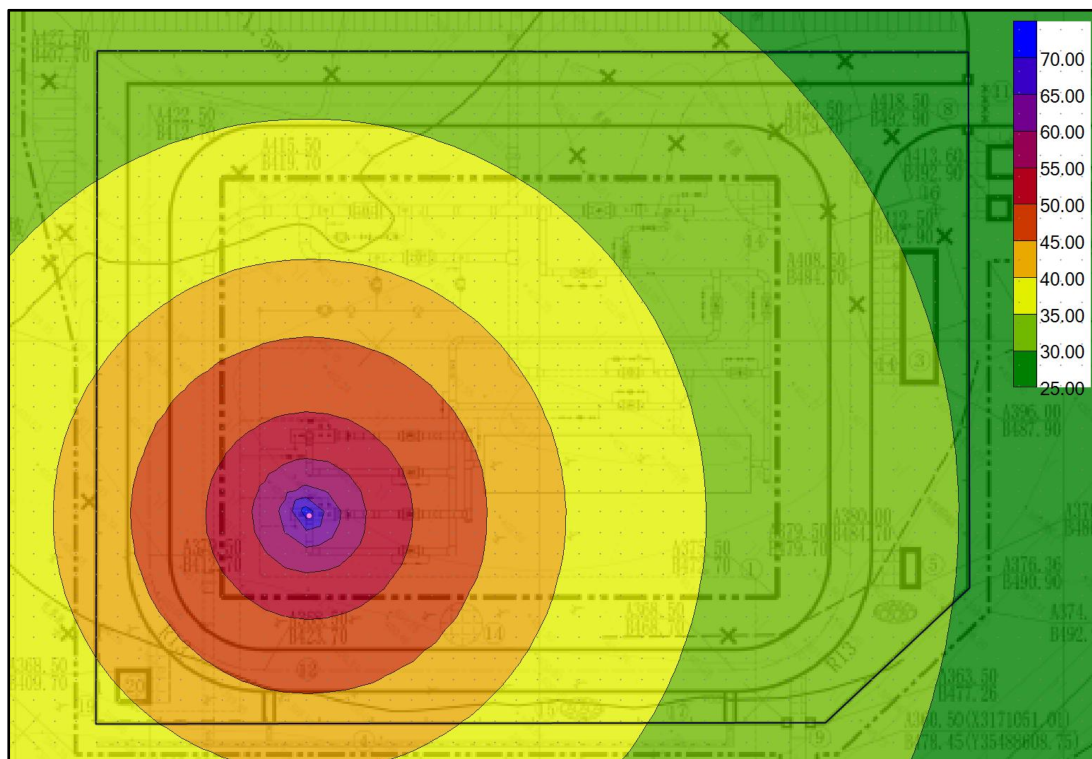


图 10.2-8　牟家坪首站等声级线分布图

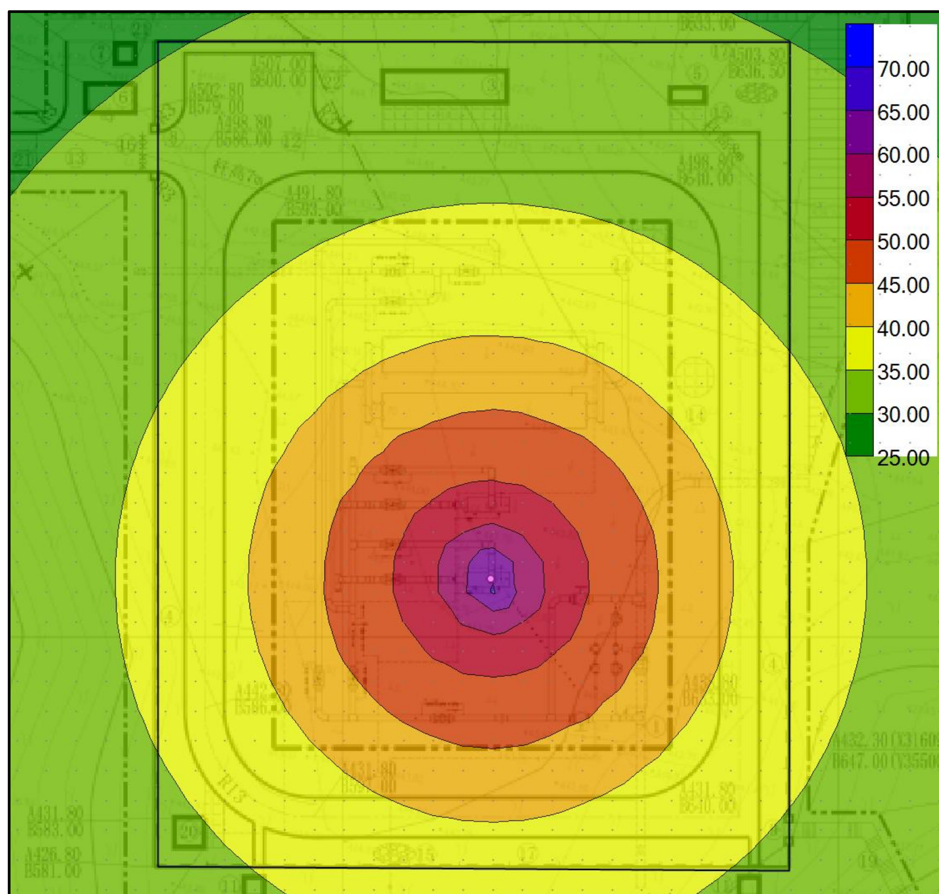


图 10.2-9　老翁场接收站等声级线分布图

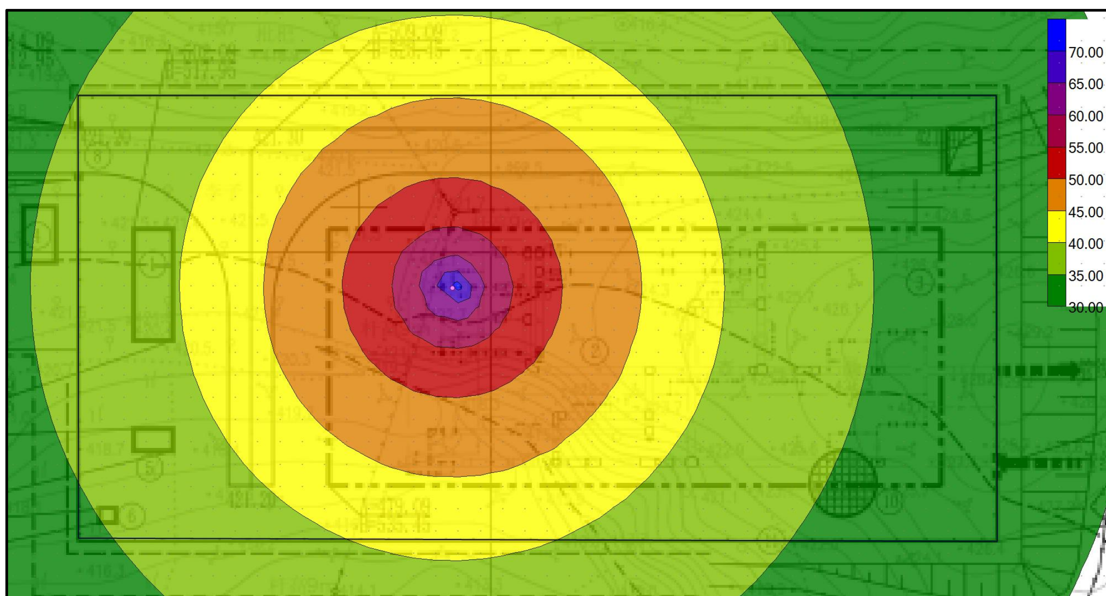


图 10.2-10　铜锣峡首站等声级线分布图

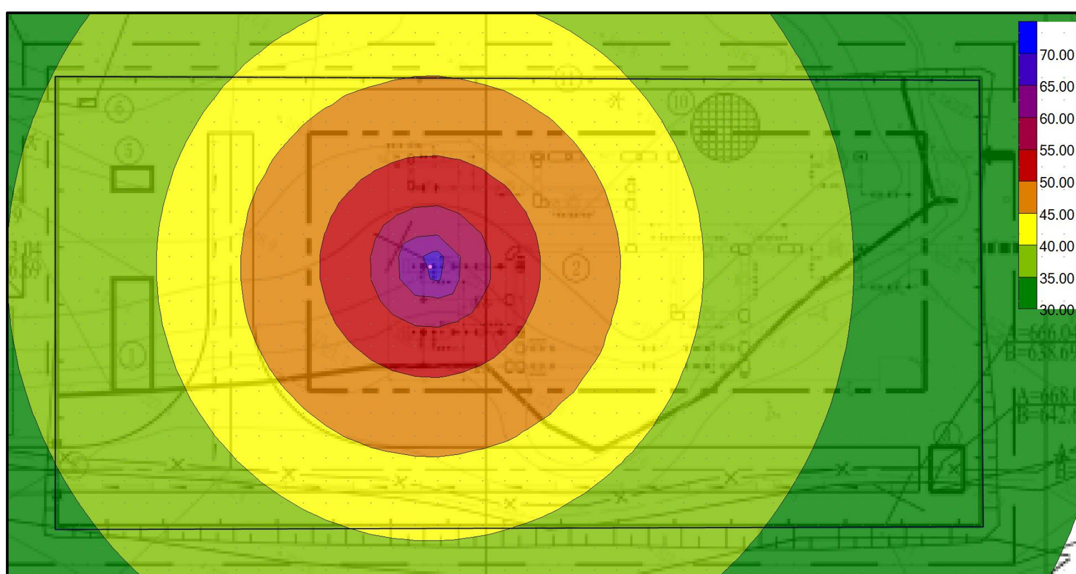


图 10.2-11　黄草峡首站等声级线分布图

11 固体废物环境影响分析

11.1 施工期固体废物环境影响分析

本工程施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、隧道弃渣和施工废料等。

11.1.1 生活垃圾

施工人员生活垃圾产生量按1.1kg/人·日计算。

根据类比调查，一般地段管线施工期平均每公里约需施工人员50人，条件具备的前提下，每敷设完1km管道约需要7天，一般地段管线施工生活垃圾产生量为0.385t/km，因此一般地段施工期共产生生活垃圾403.30t。

隧道工程施工时，每条隧道平均施工人员50人/d，双向掘进时施工速度为8m/d左右，隧道施工期的生活垃圾产生量为6.875t/km。本工程河流隧道共5处，河流定向钻16处，山体隧道共新建68处，利旧已建隧道17处，总穿越长度108038.61m，其中新建隧道72540.61km，施工期间生活垃圾产生量约为498.72t。

表 11.1-1 本工程河流、山体隧道和定向钻穿越统计

序号	名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	备注
一、河流隧道、定向钻						
1	嘉陵江	北碚区澄江镇	重庆市	1350	钻爆隧道	大型
2	忠县长江	忠县黄金镇	重庆市	2094	钻爆隧道	大型
3	油草河	重庆市石柱县	重庆市	2636	钻爆隧道	大型
4	清江(恩施市)	恩施州恩施市屯堡乡	湖北省	600	钻爆隧道	大型
5	宜昌长江	宜都市红花套镇/猇亭区	湖北省	1418	盾构隧道	大型
6	内泊湖	荆州市沙市区观音垱镇	湖北省	1250	定向钻	大型
7	四湖总干渠	潜江市浩口镇	湖北省	1300	定向钻	大型
8	东荆河	潜江市熊口镇	湖北省	1400	定向钻	大型
9	长江(宜宾市)	江安县井口镇	四川省	1020	定向钻	大型
10	沱江	富顺县怀德镇和长滩镇交界	四川省	870	定向钻	大型
11	高滩河	垫江县五洞镇	重庆市	812.0	定向钻	中型
12	太湖港	荆州市荆州区郢城镇	湖北省	980	定向钻	中型

序号	名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	备注
	(湿地公园)					
13	西荆河	潜江市浩口镇	湖北省	970	定向钻	中型
14	东干渠	潜江市熊口镇	湖北省	900	定向钻	中型
15	中沙河	潜江市熊口镇	湖北省	970	定向钻	中型
16	长宁河	长宁县开佛镇	四川省	750	定向钻	中型
17	琼江	遂宁市安居区东禅镇	四川省	571	定向钻	中型
18	蟠龙河	遂宁市安居区	四川省	456	定向钻	中型
19	岳阳河	资阳市安岳县	四川省	468	定向钻	中型
20	龙台河	资阳市安岳县	四川省	532	定向钻	中型
21	平滩河	潼南区	重庆市	449	定向钻	中型
河流隧道、定向钻穿越长度合计				21796		
二、利旧 17 条山岭隧道穿越				21800		
三、山岭隧道（新建）						
1	云雾山 1 号隧道	合川区盐井镇	重庆市	956.9	钻爆	中型
2	云雾山 2 号隧道	合川区盐井镇	重庆市	1103.2	钻爆	中型
3	云雾山 3 号隧道	璧山区八塘镇	重庆市	1226.8	钻爆	中型
4	缙云山隧道	合川区清平镇	重庆市	1960.7	钻爆	中型
5	马家沟隧道	合川区清平镇	重庆市	654.1	钻爆	中型
6	中梁山 1 号隧道	北碚区柳荫镇	重庆市	1438.1	钻爆	中型
7	梅家坡隧道	渝北区茨竹镇	重庆市	886.5	钻爆	中型
8	明月山 1 号隧道	长寿区洪湖镇	重庆市	1487.6	钻爆	中型
9	明月山 2 号隧道	长寿区葛兰镇	重庆市	1803.5	钻爆	中型
10	明月山 3 号隧道	长寿区葛兰镇	重庆市	604	钻爆	中型
11	尖山子隧道	忠县白石镇	重庆市	614.12	钻爆	中型
12	幺姑岭隧道	忠县白石镇	重庆市	1261.43	钻爆	中型
13	秧石田隧道	忠县忠州镇	重庆市	1249.91	钻爆	中型
14	白坡 2 号隧道	忠县忠州镇	重庆市	209.71	钻爆	中型
15	方家坝 1 号隧道	石柱县王场镇	重庆市	430.88	钻爆	中型
16	方家坝 2 号隧道	石柱县王场镇	重庆市	543.79	钻爆	中型
17	高家坝隧道	石柱县鱼池镇	重庆市	1356.43	钻爆	中型
18	杨家沟隧道	石柱县黄水镇	重庆市	1592.52	钻爆	中型
19	高椿坪隧道	石柱县枫木乡	重庆市	1136.71	钻爆	中型
20	大地岩隧道	石柱县枫木乡	重庆市	1637.86	钻爆	中型
21	水泥沟隧道	石柱县枫木乡	重庆市	1437.2	钻爆	中型
22	横田坝隧道	石柱县枫木乡	重庆市	1520.89	钻爆	中型
23	齐岳山 1 号隧道	利川市汪营镇	湖北省	961.23	钻爆	中型
24	齐岳山 2 号隧道	利川市汪营镇	湖北省	997.39	钻爆	中型
25	张家梁子隧道	利川市凉雾乡	湖北省	800.64	钻爆	中型

序号	名称	穿越位置	行政区划	穿越长度(m)	穿越方式	备注
26	庄屋隧道	利川市凉雾乡	湖北省	1790.12	钻爆	中型
27	陈家坪 1 号隧道	利川市凉雾乡、都亭街道	湖北省	1914.15	钻爆	中型
28	陈家坪 2 号隧道	利川市都亭街道	湖北省	1029.82	钻爆	中型
29	刘家坪隧道	利川市都亭街道、东城街道	湖北省	1755.69	钻爆	中型
30	龚家湾隧道	利川市元堡乡	湖北省	639.2	钻爆	中型
31	刘家隧道	利川市元堡乡	湖北省	1329.59	钻爆	中型
32	田家崖隧道	利川市团堡乡	湖北省	969.93	钻爆	中型
33	新屋场隧道	利川市团堡乡	湖北省	1333.54	钻爆	中型
34	梧桐坝隧道	利川市团堡乡	湖北省	1356.57	钻爆	中型
35	猪嘴岩隧道	恩施市屯堡乡	湖北省	721.37	钻爆	中型
36	纱帽山隧道	恩施市屯堡乡	湖北省	1011.04	钻爆	中型
37	罗家坡隧道	恩施市屯堡乡	湖北省	1957.95	钻爆	中型
38	百瓦厂隧道	恩施市太阳河乡	湖北省	646.89	钻爆	中型
39	柑树垭隧道	恩施市太阳河乡	湖北省	911.58	钻爆	中型
40	月家坡隧道	恩施市太阳河乡	湖北省	797.5	钻爆	中型
41	猪槽坝隧道	恩施市白杨坪镇	湖北省	1275.43	钻爆	中型
42	马家坡隧道	建始县业州镇	湖北省	1086.75	钻爆	中型
43	青布岭隧道	恩施市崔家坝镇	湖北省	734.39	钻爆	中型
44	苏家坪隧道	巴东县大支坪镇	湖北省	367.67	钻爆	中型
45	水谷坝隧道	巴东县大支坪镇	湖北省	477.57	钻爆	中型
46	红岩子隧道	巴东县大支坪镇	湖北省	1109.1	钻爆	中型
47	支井河 1 号隧道	巴东县野三关镇	湖北省	1303.29	钻爆	中型
48	支井河 2 号隧道	巴东县野三关镇	湖北省	909.77	钻爆	中型
49	古树坪隧道	巴东县大支坪镇	湖北省	612.6	钻爆	中型
50	夹槽隧道	长阳县榔坪镇	湖北省	1095.77	钻爆	中型
51	文家坪隧道	长阳县榔坪镇	湖北省	1065.24	钻爆	中型
52	尖巴子坡隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	1470.92	钻爆	中型
53	铁匠岭隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	938.93	钻爆	中型
54	魏家洲隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	850.08	钻爆	中型
55	沿溪隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	1117.38	钻爆	中型
56	磨刀溪隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	566.03	钻爆	中型
57	高荒岭隧道	长阳县贺家坪镇	湖北省	1708.24	钻爆	中型
58	牛风冲隧道	长阳县龙舟坪镇	湖北省	590.97	钻爆	中型
59	罗家冲隧道	长阳县龙舟坪镇	湖北省	1125.43	钻爆	中型
新建山岭隧道穿越长度合计				64442.61		

综上，本项目施工期施工人员产生的生活垃圾约为902.02t，这些垃圾经收集后，依托当地环卫部门处置。若无依托时，施工营地排放的生活污染物统一收集后送至当地环保部门指定地点。

11.1.2 钻爆、盾构隧道与定向钻穿越废弃泥浆环境影响分析

11.1.2.1 废弃泥浆来源

本项目废弃泥浆来自穿越河流、山岭盾构隧道、钻爆隧道以及定向钻穿越过程。在钻爆、盾构穿越施工过程中所用泥浆有成孔和护孔壁性能，起清扫钻屑、传递动力、降低钻进及回拖阻力等作用。

采用类比方法，对本项目施工期间泥浆的使用和排放情况进行分析。

1） 泥浆产品特点

泥浆产品是由膨润土(即观音土)加水勾兑而成。在定向钻穿越施工过程中，为保证泥浆具有良好的成孔、护壁性能以及高效的携砂和润滑性能，需要根据不同的地质加入少量的添加剂。泥浆产品具有如下几个特性：

(1) 原料泥浆呈干粉状，是以膨润土(即观音土)为主要原料制成的聚合粉剂。原料泥浆易溶于水，其水溶液清澈透明、呈胶状，且粉剂、水溶剂均无毒，符合环保上对产品规格的要求；

(2) 清洁的水/膨润土基液的密度在1.02～1.06g/cm^3 之间。

(3) pH值能够控制膨润土的物理化学结构并确定它们的电化学载荷。因此，为了保证泥浆的有效性，一般泥浆产品的pH 值在9.0 左右。

2） 泥浆配制

(1) 膨润土和水配制成施工使用的水溶液状泥浆，根据水质状况，加入少量纯碱，使水的pH值达到9.0左右，根据土质条件、施工管径、施工长度等情况在1m^3 水中加入2-3kg 添加剂。

(2) 现场设置专门的泥浆配置区，在专用的泥浆搅拌、配制槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不向环境中溢流。

(3) 为减少环境污染和有效的保证泥浆的供应量，在施工现场安装泥浆回收处理系统，使泥浆循环使用。

11.1.2.2 泥浆的使用和废弃

1） 在隧道返回的泥浆过滤出钻屑及杂质后可重复使用。

2） 定向钻施工回拖过程中泥浆的消耗量大，回拖前需用泥浆充满整个钻孔。在管线回拖过程的前半段，管线逐渐入孔，受管线的挤压作用，泥浆从入土点的钻孔涌出；在管线回拖过程后半段，泥浆随管线从出土点钻孔流出。故管线回拖前，需先在两岸出入土点附近分别挖好废弃泥浆坑，准备接纳废弃泥浆。管线回拖成功后，产生的废弃泥浆流入预先挖成的废弃泥浆坑和回拖发送沟内，施工完成后剩余的泥浆无回收、再利用价值，且自然脱水后，剩余的干泥浆量较少，施工结束后剩余泥浆(约为泥浆总量的 40%)经 pH 调节为中性后，作为废物收集在泥浆坑中，经当地环保部门的许可，经固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，保证恢复原有地貌。

11.1.2.3 废弃泥浆环境影响分析

由于废弃泥浆干重很少，对土壤环境的影响较小，对施工地点的局部环境不会产生明显的不利影响。定向钻产生废弃泥浆主要成分为膨润土，非有毒有害物质，其土壤渗透性差，呈弱碱性，施工完成后只能作为固体废弃物处理。为减少拟建项目固体废弃物的产生，减轻固体废物的排放对周围环境的影响，施工过程中应对废弃泥浆的使用、处置处理进行全过程的管理和控制，具体措施如下：

1） 施工现场设置专门的配浆区，在专用的泥浆搅拌、备置槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在金属结构的泥浆槽内，不得向环境中溢流。

2） 施工前需在两岸出入土点附近分别挖好泥浆池。泥浆池的位置应选择出入土点较近处，并且适合永久储存泥浆，尽量少占用养殖区、耕地等。每个泥浆池的表层土单独堆放，用于恢复原有地貌。

3） 施工期间，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑和杂质后，尽可能重复利用，减少废弃泥浆的产生量。

4） 施工期间严格操作规程，合理制定操作参数，防止施工过程出现跑浆等事故。

5） 施工结束后，废弃泥浆可以选择在泥浆池内就地风干，然后覆土填埋的方式。泥浆池原表层土覆盖在泥浆池的最上面，并至少保证有40cm厚的表层土为原状土，可根据原地貌情况在其上进行绿化。恢复原有地貌。

11.1.3　弃渣环境影响分析

11.1.3.1　弃渣来源

施工过程中的弃土、弃渣土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、隧道工程、修建施工便道以及输气工艺站场。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。

施工期固体废物主要来自管沟开挖、公路铁路穿越以及隧道建设施工。

管道在农田等开挖敷设管沟作业中产生少量废弃土方，开挖作业需回填底土及表层土，只产生少量多余土方，可就地均匀平整在管沟开挖面上方，不产生弃土。

中小型河道、沟渠采用开挖敷设的，管沟回填后保持原河道的过流能力，基本不产生弃土。

低等级道路、公路采用开挖敷设的，管沟回填后要重新夯实，不产生弃土。高等级公路、铁路采用顶管作业的，产生的弃土主要是路基填土，可用于地方基础设施建设的场地、地基回填用土。

本工程在穿越山体采用隧道穿越方案，工程上全部选择了渣场处理弃渣。

11.1.3.2　减少弃渣措施

为减少弃渣堆放量，不同地段的弃土弃渣采用不同的回填和处理方式：

(1)　在耕作区开挖时，熟土(表层耕作土)和生土(下层土)土分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量(高出地面0.3～0.5m)。

(2)　围堰大开挖在枯水期施工，围堰工程量小且标准较低。开挖时需要在河流的上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

(3)　顶管方式穿越等级公路以及铁路时，会产生多余土方。该部分多余土方主要为泥土和碎石，用于地方乡道建设填料或道路护坡，无弃方。

(4)　钻爆隧道穿越河流时，产生一定量弃土弃渣，本着能用少弃，尽量就地平衡土石方的原则，一部分弃土弃石用于附近站场阀室建设、护坡、洞口防护和道路修筑等，其余部分置于附近设置的弃渣场。

(5) 输气站场设在地形平坦处，基本实现挖填平衡，无弃土弃渣场。

11.1.3.3 弃渣场环境保护措施

本工程充分考虑弃渣场对环境的影响，应采取一系列环境保护措施，其具体内容如下：

1) 弃渣场施工前，必须进行表土层剥离，并妥善保存，视植被情况予以移植或与工程清理的其它地表覆盖物加以保留，集中堆放；

2) 应该加强施工期的管理，禁止无序的乱堆乱放；堆置过程中，应采取措施对弃方边坡进行防护，防护措施包括草袋或塑料薄膜坡面、干砌石进行渣场坡脚防护；

3) 应及时进行土地整理工作，回填表土，根据用地类型进行复垦；

4) 如果弃渣以石方为主，植被恢复困难，应该在弃渣前收集弃渣场表土，弃渣后覆盖表土，削坡开级，坡角设挡墙，坡面植草，恢复为原生态。

11.1.3.4 弃渣场水土保持措施

1) 工程弃土是施工过程中产生的多余的泥土和碎石，其性质与产生地点泥土和碎石的性质基本相同。

2) 本工程弃渣具有弃渣量小、弃渣场的堆渣高度不大、隧道开挖的工作面小、对植物破坏面不大的特点。

3) 采取表土剥离集中堆放在弃渣场四周，临时堆土用土袋进行挡护。

4) 弃渣场设置挡渣墙，挡渣(土)墙采用浆砌石直立式挡墙，下部设置排水孔，排水孔临渣面做反滤体，挡渣(土)墙水平方向每隔8～12m设置一道伸缩缝，沿渣场沟道两侧至沟口处开挖排水沟，以便达到防止渣场地表冲刷的目的，在排水沟出口处设消力池与沉沙池，有效的防止排水沟携泥沙外排，采取修建拦渣墙，且先建墙后弃渣，将弃渣全部拦蓄在挡渣墙内，有效的对弃渣进行挡渣、对水流进行了输导。

5) 弃渣削坡开级稳定边坡，编织袋围护，土工膜覆盖，有效的减少了水土流失和扬尘的产生。

6) 弃渣场设置在距离产渣位置较近处，可以缩短施工便道。

7) 施工结束后，平整渣场、回填表土后，种植植被进行迹地恢复，减少对生态环境的影响。

在采取上述减渣措施和环境保护措施后，其一，将减少弃渣填埋量，进而减少填埋占地，尽量减少和控制新增的水土流失，保护和改善生态环境；其二，防止弃渣场外雨水的冲刷，将减少水土流失；其三，弃渣场及沉砂池的设置，可有效地防止排水携带泥沙外排。综上所述，弃渣场对环境影响较小。

11.1.4 施工废料环境影响分析

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土、废土石料等。根据类比调查，施工废料的产生量约为0.2t/km，本项目施工过程产生的施工废料量约为315.2t。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地职能部门有偿清运。施工废料全部得到有效的处理和处置，对环境影响较小。

11.2 运行期固体废物环境影响分析

本工程运行期固体废物主要为各站场产生的固体废物，除站场生活垃圾，还有除尘、清管作业时产生的少量粉尘和清管废渣，分离器维护时会产生一些废滤芯，另外对压缩机维修保养时会产生部分废润滑油，机械设备保养维护时产生的含油棉纱，以及各站场应急废蓄电池。

11.2.1 固体废物产生情况

1) 生活垃圾

本工程运行期，生活垃圾主要来自新增工作人员。根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》，各站场生活垃圾的产生量平均按0.6t/a.kg/d·人进行核算。各站场生活垃圾集中收集，定期送至垃圾处理场进行填埋处理。本工程新建站场新增定员349人，生活垃圾的产生量约为2

。

2） 一般工业固体废物

（1） 清管作业

管道运行期间产生的清管固废极少，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属于一般工业固废。管道每年一般进行 1～2 次清管，全线清管装置为手动操作，密闭清管通球，清管固废产生量极少，有收球装置的工艺站场在每次清管作业时将产生约 10kg 废渣，并存于排污罐中，然后定期清理运往垃圾处理场进行填埋，对环境影响较小。本工程共设 9 座站场，废渣的产生量共计约 0.09t/a。

（2） 分离器检修

站场的分离器检修是通过自身压力排尘的，主要污染物成分为粉尘，为避免粉尘的飘散，需将清除的废物导入排污池中进行湿式除尘。分离器检修一般 1 次/a,废渣的产生量每站约为 6kg/a。该部分废物存于排污罐中，定期清理运往垃圾处理场填埋，对环境影响较小。本工程新建站场分离器，废渣的产生量约 0.072t/a。

3） 危险废物废滤芯

各站场清管作业或分离器维护时会产生一些废滤芯，每座站场产生量约为 0.026t/a，本工程废滤芯产生量为 0.26t/a。根据《国家危险废物名录》,废滤芯属危险废物(HW49 其他废物)，废滤芯由具有危废处置资质的单位定期处置。

（1） 废蓄电池

各站场应急电源蓄电池每5a更换一次,每个站场废蓄电池产生量约1t/次，则废蓄电池产生量约为 4.8t/a。根据《国家危险废物名录》,废蓄电池属危险废物(HW49 其他废物)，废蓄电池由具有危废处置资质的单位定期处置。

（2） 压缩机维修保养

压缩机运行一定时间后需进行维修保养，在此过程中将产生一定量的废润滑油，每次每台约产生 300kg。根据《国家危险废物名录》废润滑油属危险废物(HW08 废矿物油与含矿物油废物)，定期由有危险废物处置资质的单位进行处理，不会产生二次污染。本工程 5 座压气站共设置压缩机 12 台，废润滑油的产生量约 3.6t/a。

(3)　含油棉纱

各站场机械设备保养维护时，使用干净棉纱进行擦拭处理，根据《国家危险废物名录》废润滑油属危险废物(HW08 废矿物油与含矿物油废物)，含油棉纱属于危险废物，定期由有危险废物处置资质的单位进行处理。

运行期固体废物排放情况详见表 11.2-1。

表 11.2-1　一般固体废物排放情况统计

序号	污染源名称	主要成分	排放量	类别	处理及去向
1	生活垃圾	-	76.4t/a	一般固废	定期清运到指定地点掩埋
2	清管废渣	粉尘、氧化铁粉末	0.09t/a	一般固废	排入站内排污罐存放、定期清运
3	分离器检修	粉尘	0.06t/a	一般固废	
4	废滤芯	-	0.26t/a	一般固废	委托有资质单位处置
5	废蓄电池	-	4.8t/a	危险废物	委托有资质单位处置
6	废润滑油	废矿物油与含矿物油废物	3.6t/a	危险废物	委托有资质单位处置
7	含油棉纱	废矿物油与含矿物油废物		危险废物	委托有资质单位处置

11.2.2　固体废物环境影响分析

1)　一般固体废物对环境的影响分析

生活垃圾堆放时，会产生恶臭，在夏季较为明显，建议生活垃圾采用密闭式集装箱垃圾站形式处理；同时应该加强管理，严禁生活垃圾随意扔撒或者堆放；生活垃圾应集中收集后，由当地环卫部门及时清运处理。以上措施符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定，因此，生活垃圾对环境的影响较小。清管作业以及分离器检修产生的少量固体粉末，在征得当地环保部门同意的情况下，合理选择合适的地方进行定期填埋处置，同时应加强管理，不得随意仍撒或堆放。以上措施符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定，因此，这部分固体废物对环境的影响较小。

2)　危险固体废物对环境的影响分析

本工程在压气站会产生废润滑油、废滤芯、废蓄电池和含油棉纱等危险废物，在其他站场只有废滤芯、废蓄电池和含油棉纱等危险废物。危险废物暂存场建设内容和环境管理要求如下：

危废暂存：

在站场内设立危险废物暂存间，暂存间所在的地面应进行硬化处理，并按照《危险废物贮存污染控制标准》的要求进行场地设计，实行分区管理，要满足通风、防雨等要求。

管理要求：

(1) 各站场应有专人负责危废暂存间的管理工作，按各个危险废物的贮存周期，及时进行处理，并做好记录。

(2) 管理人员应定期观察是否有危险废物溢出容器，并明确各类危险废物的回收措施，以免产生二次污染。

(3) 明确各类危险废物的理化性质及毒性，保持危废暂存间空气流通，做好危废暂存间的清理工作。

综上所述，营运期产生的固体废物在全部得到有效的处理/处置后，对环境影响较小。

12. 环境风险评价

12.1 评价原则及评价工程程序

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)的要求，环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

评价工作程序见图 12.1-1。

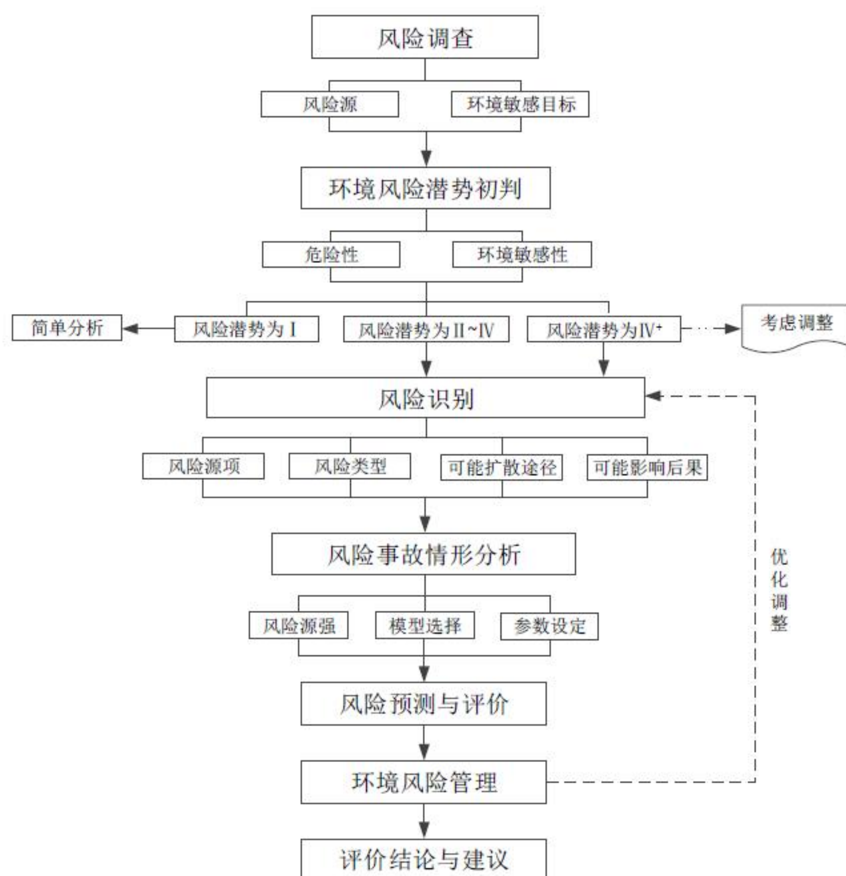


图 12.1-1 评价工作程序

12.2 环境风险调查

12.2.1 危险物质数量和分布

本工程运输的物质为商品化净化天然气，天然气中的主要组分为甲烷，

其余有小部分的乙烷、丙烷等物质。

本工程是由 1 条干线、4 条支干线组成的输气系统，其中，全长 1155km，共设站场 14 座、阀室 57 座；4 条支干线总长 295.4km。阀室的主要功能为在非正常工况下将线路进行截断，阀室内无任何存储或处理设施。

1） 线路工程危险单元分布

根据在紧急情况下可进行截断隔离的原则，本工程线路工程共有危险单元 92 个，分布在四川省、重庆市、湖北省。本工程线路工程各危险单元在线量如下表所示。

表 12.2-1 本工程各危险单元危险物质在线量与分布

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)
干线					
1	8#阀室-9#阀室	19.5	1219	10	1615.67
2	9#阀室-10#阀室	10.2	1219	10	845.12
3	10#阀室-11#阀室	22.6	1219	10	1872.52
4	11#阀室-12#阀室	21.4	1219	10	1773.09
5	12#阀室-大盛站	16.8	1219	10	1391.96
6	大盛站-14#阀室	24.1	1219	10	1996.80
7	14#阀室-云台站	17.8	1219	10	1474.81
8	云台站-16#阀室	14.6	1219	10	1209.68
9	16#阀室-垫江压气站	20.9	1219	10	1731.66
10	垫江压气站-17#阀室	20.3	1219	10	1681.95
11	17#阀室-18#阀室	14.0	1219	10	1159.97
12	18#阀室-18+1#阀室	21.1	1219	10	1748.23
13	18+1#阀室-19#阀室	19.6	1219	10	1623.95
14	19#阀室-20#阀室	2.2	1219	10	182.28
15	20#阀室-21#阀室	18.4	1219	10	1524.53
16	21#阀室-22#阀室	18.5	1219	10	1532.81
17	22#阀室-23#阀室	23.0	1219	10	1905.66
18	23#阀室-24#阀室	22.1	1219	10	1831.09
19	24#阀室-利川分输压气站	16.3	1219	10	1350.53
20	利川分输压气站-25#阀室	12.2	1219	10	1010.83
21	25#阀室-26#阀室	21.5	1219	10	1781.38
22	26#阀室-27#阀室	17.4	1219	10	1441.67
23	27#阀室-28#阀室	21.5	1219	10	1781.38
24	28#阀室-29#阀室	21	1219	10	1739.95
25	29#阀室-恩施分输清管站	17.6	1219	10	1458.24
26	恩施分输清管站-30#阀室	20.2	1219	10	1673.66
27	30#阀室-31#阀室	20.0	1219	10	1657.09
28	31#阀室-32#阀室	15.4	1219	10	1275.96
29	32#阀室-33#阀室	12.7	1219	10	1052.25

续表 12.2-1　本工程各危险单元危险物质在线量与分布

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)
干线					
30	33#阀室-34#阀室	0.6	1219	10	49.71
31	34#阀室-35#阀室	16.6	1219	10	1375.39
32	35#阀室-野三关压气站	20.6	1219	10	1706.81
33	野三关压气站-36#阀室	17.7	1219	10	1466.53
34	36#阀室-37#阀室	23.1	1219	10	1913.94
35	37#阀室-38#阀室	17.6	1219	10	1458.24
36	38#阀室-39#阀室	15.2	1219	10	1259.39
37	39#阀室-40#阀室	15.8	1219	10	1309.10
38	40#阀室-41#阀室	21.1	1219	10	1748.23
39	41#阀室-42#阀室	20.6	1219	10	1706.81
40	42#阀室-43#阀室	2.5	1219	10	207.14
41	43#阀室-宜昌分输清管站	6.2	1219	10	513.70
42	宜昌分输清管站-44#阀室	19.5	1219	10	1615.67
43	44#阀室-45#阀室	15.2	1219	10	1259.39
44	45#阀室-46#阀室	14	1219	10	1159.97
45	46#阀室-47#阀室	15.2	1219	10	1259.39
46	47#阀室-48#阀室	12.7	1219	10	1052.25
47	48#阀室-49#阀室	7.4	1219	10	613.12
48	49#阀室-50#阀室	11.9	1219	10	985.97
49	50#阀室-51#阀室	12.1	1219	10	1002.54
50	51#阀室-52#阀室	19.3	1219	10	1599.10
51	52#阀室-53#阀室	17.9	1219	10	1532.71
52	53#阀室-潜江分输压气站	22.6	1219	10	1872.52
黄草峡储气库支干线					
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	14.4	711	10	405.89
54	HCX1#阀室-云台站	16.1	711	10	453.81
铜锣峡储气库支干线					
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	15.2	711	10	428.44
56	TLX1#阀室-干线大盛站	18.6	711	10	524.28
牟家坪、老翁场储气库支干线					
57	牟家坪首站-老翁场接收站	19.0	914	10	885.03
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	21.4	914	10	996.82
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	24.0	914	10	1117.93
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	22.5	914	10	1048.06
61	MLL3#阀室-泸县首站	15.7	914	10	731.31
大英-安岳-铜梁支干线					
62	大英首站-DAT1#阀室	23.1	711	10	651.12
63	DAT1#阀室-安岳站	21.1	711	10	594.75
64	安岳站-DAT2#阀室	20.7	711	10	583.47
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	20.7	711	10	583.47
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	18.9	711	10	532.73
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	24.0	711	10	676.49

2)　站场工程危险单元分布情况

本工程设置站场 14 座。站场的主要功能为过滤、计量、紧急截断、清管、放空，站场内有一定长度的管道，管道内物质为天然气。本工程所有站场均为独立的危险单元，其危险物质在线量及分布如下表所示。

表 12.2-2　本工程站场危险单位分布

序号	站场名称	在线量(t)
1	垫江压气站	1.3382
2	利川压气站	1.3382
3	恩施分输清管站	0.13382
4	野三关压气站	1.3382
5	宜昌分输清管站	0.13382
6	潜江压气站	1.3382
7	大盛站	0.13382
8	云台站	0.13382
9	黄草峡首站	0.13382
10	铜锣峡首站	0.13382
11	牟家坪首站	0.33455
12	老翁场站	0.13382
13	大英首站	1.3382
14	安岳站	1.3382

12.2.2　环境敏感目标

本项目环境风险因素是气态污染物，因此主要环境风险因素是对大气环境的影响，环境风险评价范围内敏感目标是集中性居住区和社会关注点。本项目风险评价范围内的村庄分布情况具体见附表。

另外，本工程管道沿线穿越自然保护区、森林公园、湿地公园等生态环境保护目标以及地表水、地下水等环境保护目标，详细情况见 1.9 章节。本工程穿越的大中型河流、公路、铁路等见 2.6 章节。

12.3　环境风险潜势初判

12.3.1　危险物质及工艺系统危险性判断

12.3.1.1　Q 值的判断

1)　管道系统 Q 的判断

本工程涉及的危险物质为甲烷，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C 附录 B，甲烷的 CAS 号为 74-82-8，其临界量为 10t，如下表所示。

表 12.3-1 甲烷物质危险性

物质名称	CAS 号	临界量/t
甲烷	74-82-8	10

根据 Q 值的计算方法，本工程 Q 值如下表所示。

表 12.3-2 本工程管段 Q 值计算表

序号	危险单位名称	长度(km)	管径(mm)	压力(MPa)	在线量(t)	Q 值
干线						
1	8#阀室-9#阀室	19.5	1219	10	1615.67	161.57
2	9#阀室-10#阀室	10.2	1219	10	845.12	84.51
3	10#阀室-11#阀室	22.6	1219	10	1872.52	187.25
4	11#阀室-12#阀室	21.4	1219	10	1773.09	177.31
5	12#阀室-大盛站	16.8	1219	10	1391.96	139.20
6	大盛站-14#阀室	24.1	1219	10	1996.80	199.68
7	14#阀室-云台站	17.8	1219	10	1474.81	147.48
8	云台站-16#阀室	14.6	1219	10	1209.68	120.97
9	16#阀室-垫江压气站	20.9	1219	10	1731.66	173.17
10	垫江压气站-17#阀室	20.3	1219	10	1681.95	168.20
11	17#阀室-18#阀室	14.0	1219	10	1159.97	116.00
12	18#阀室-18+1#阀室	21.1	1219	10	1748.23	174.82
13	18+1#阀室-19#阀室	19.6	1219	10	1623.95	162.40
14	19#阀室-20#阀室	2.2	1219	10	182.28	18.23
15	20#阀室-21#阀室	18.4	1219	10	1524.53	152.45
16	21#阀室-22#阀室	18.5	1219	10	1532.81	153.28
17	22#阀室-23#阀室	23.0	1219	10	1905.66	190.57
18	23#阀室-24#阀室	22.1	1219	10	1831.09	183.11
19	24#阀室-利川分输压气站	16.3	1219	10	1350.53	135.05
20	利川分输压气站-25#阀室	12.2	1219	10	1010.83	101.08
21	25#阀室-26#阀室	21.5	1219	10	1781.38	178.14
22	26#阀室-27#阀室	17.4	1219	10	1441.67	144.17
23	27#阀室-28#阀室	21.5	1219	10	1781.38	178.14
24	28#阀室-29#阀室	21	1219	10	1739.95	173.99
25	29#阀室-恩施分输清管站	17.6	1219	10	1458.24	145.82
26	恩施分输清管站-30#阀室	20.2	1219	10	1673.66	167.37
27	30#阀室-31#阀室	20.0	1219	10	1657.09	165.71
28	31#阀室-32#阀室	15.4	1219	10	1275.96	127.60
29	32#阀室-33#阀室	12.7	1219	10	1052.25	105.23
30	33#阀室-34#阀室	0.6	1219	10	49.71	4.97
31	34#阀室-35#阀室	16.6	1219	10	1375.39	137.54
32	35#阀室-野三关压气站	20.6	1219	10	1706.81	170.68
33	野三关压气站-36#阀室	17.7	1219	10	1466.53	146.65
34	36#阀室-37#阀室	23.1	1219	10	1913.94	191.39
35	37#阀室-38#阀室	17.6	1219	10	1458.24	145.82
36	38#阀室-39#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94
37	39#阀室-40#阀室	15.8	1219	10	1309.10	130.91

38	40#阀室-41#阀室	21.1	1219	10	1748.23	174.82
39	41#阀室-42#阀室	20.6	1219	10	1706.81	170.68
40	42#阀室-43#阀室	2.5	1219	10	207.14	20.71
41	43#阀室-宜昌分输清管站	6.2	1219	10	513.70	51.37
42	宜昌分输清管站-44#阀室	19.5	1219	10	1615.67	161.57
43	44#阀室-45#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94
44	45#阀室-46#阀室	14	1219	10	1159.97	116.00
45	46#阀室-47#阀室	15.2	1219	10	1259.39	125.94
46	47#阀室-48#阀室	12.7	1219	10	1052.25	105.23
47	48#阀室-49#阀室	7.4	1219	10	613.12	61.31
48	49#阀室-50#阀室	11.9	1219	10	985.97	98.60
49	50#阀室-51#阀室	12.1	1219	10	1002.54	100.25
50	51#阀室-52#阀室	19.3	1219	10	1599.10	159.91
51	52#阀室-53#阀室	17.9	1219	10	1532.71	153.27
52	53#阀室-潜江分输压气站	22.6	1219	10	1872.52	187.25
黄草峡储气库支干线						
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	14.4	711	10	405.89	40.59
54	HCX1#阀室-云台站	16.1	711	10	453.81	45.38
铜锣峡储气库支干线						
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	15.2	711	10	428.44	42.84
56	TLX1#阀室-干线大盛站	18.6	711	10	524.28	52.43
牟家坪、老翁场储气库支干线						
57	牟家坪首站-老翁场接收站	19.0	914	10	885.03	88.50
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	21.4	914	10	996.82	99.68
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	24.0	914	10	1117.93	111.79
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	22.5	914	10	1048.06	104.81
61	MLL3#阀室-泸县首站	15.7	914	10	731.31	73.13
大英-安岳-铜梁支干线						
62	大英首站-DAT1#阀室	23.1	711	10	651.12	65.11
63	DAT1#阀室-安岳站	21.1	711	10	594.75	59.47
64	安岳站-DAT2#阀室	20.7	711	10	583.47	58.35
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	20.7	711	10	583.47	58.35
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	18.9	711	10	532.73	53.27
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	24.0	711	10	676.49	67.65

2） 站场 Q 值的判断

本工程设置 14 座站场，站场设置功能有气体过滤与计量、站场紧急截断和放空、清管器接收、事故状态及维修时的放空和排污等。站场内存储的危险物质为甲烷，站场 Q 值如下表所示。

表 12.3-3　本工程站场 Q 值

序号	站场名称	在线量(t)	临界量(t)	Q 值
1	垫江压气站	1.3382	10	0.13382
2	利川压气站	1.3382	10	0.13382
3	恩施分输清管站	0.13382	10	0.013382
4	野三关压气站	1.3382	10	0.13382
5	宜昌分输清管站	0.13382	10	0.013382
6	潜江压气站	1.3382	10	0.13382
7	大盛站	0.13382	10	0.013382
8	云台站	0.13382	10	0.013382
9	黄草峡首站	0.13382	10	0.013382
10	铜罗峡首站	0.13382	10	0.013382
11	牟家坪首站	0.33455	10	0.033455
12	老翁场	0.13382	10	0.013382
13	大英首站	1.3382	10	0.13382
14	安岳站	1.3382	10	0.13382

由上表可见，本工程站场 Q 值均小于 1，因此，本评价只需对站场环境风险做简单分析，无需再行判定其 M 值及环境敏感程度。

12.3.1.2　M 值的判断

本工程按截断阀室及站场间管段计算，共有 92 段，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C，本工程每段管道的 M 值均为 10，即为 M3。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C，本工程新建站场 M 值为 10，即为 M3。

12.3.1.3　危险物质及工艺系统危险性判断

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 C 中表 C.2，判断本工程的危险物质及工艺系统危险性等级 P 的判断如下表所示。

表 12.3-4　本工程危险物质及工艺系统危险性判断

序号	管段名称	长度(km)	压力(MPa)	Q 值	M 值	P 值
1	8#阀室-9#阀室	19.5	10	161.57	M3	P2
2	9#阀室-10#阀室	10.2	10	84.51	M3	P3
3	10#阀室-11#阀室	22.6	10	187.25	M3	P2
4	11#阀室-12#阀室	21.4	10	177.31	M3	P2
5	12#阀室-大盛站	16.8	10	139.20	M3	P2
6	大盛站-14#阀室	24.1	10	199.68	M3	P2
7	14#阀室-云台站	17.8	10	147.48	M3	P2
8	云台站-16#阀室	14.6	10	120.97	M3	P2
9	16#阀室-垫江压气站	20.9	10	173.17	M3	P3

10	垫江压气站-17#阀室	20.3	10	168.20	M3	P2
11	17#阀室-18#阀室	14.0	10	116.00	M3	P2
12	18#阀室-18+1#阀室	21.1	10	174.82	M3	P2
13	18+1#阀室-19#阀室	19.6	10	162.40	M3	P2
14	19#阀室-20#阀室	2.2	10	18.23	M3	P3
15	20#阀室-21#阀室	18.4	10	152.45	M3	P2
16	21#阀室-22#阀室	18.5	10	153.28	M3	P2
17	22#阀室-23#阀室	23.0	10	190.57	M3	P2
18	23#阀室-24#阀室	22.1	10	183.11	M3	P2
19	24#阀室-利川分输压气站	16.3	10	135.05	M3	P2
20	利川分输压气站-25#阀室	12.2	10	101.08	M3	P2
21	25#阀室-26#阀室	21.5	10	178.14	M3	P2
22	26#阀室-27#阀室	17.4	10	144.17	M3	P2
23	27#阀室-28#阀室	21.5	10	178.14	M3	P2
24	28#阀室-29#阀室	21	10	173.99	M3	P2
25	29#阀室-恩施分输清管站	17.6	10	145.82	M3	P2
26	恩施分输清管站-30#阀室	20.2	10	167.37	M3	P3
27	30#阀室-31#阀室	20.0	10	165.71	M3	P2
28	31#阀室-32#阀室	15.4	10	127.60	M3	P2
29	32#阀室-33#阀室	12.7	10	105.23	M3	P2
30	33#阀室-34#阀室	0.6	10	4.97	M3	P3
31	34#阀室-35#阀室	16.6	10	137.54	M3	P2
32	35#阀室-野三关压气站	20.6	10	170.68	M3	P2
33	野三关压气站-36#阀室	17.7	10	146.65	M3	P2
34	36#阀室-37#阀室	23.1	10	191.39	M3	P2
35	37#阀室-38#阀室	17.6	10	145.82	M3	P2
36	38#阀室-39#阀室	15.2	10	125.94	M3	P2
37	39#阀室-40#阀室	15.8	10	130.91	M3	P2
38	40#阀室-41#阀室	21.1	10	174.82	M3	P2
39	41#阀室-42#阀室	20.6	10	170.68	M3	P2
40	42#阀室-43#阀室	2.5	10	20.71	M3	P3
41	43#阀室-宜昌分输清管站	6.2	10	51.37	M3	P3
42	宜昌分输清管站-44#阀室	19.5	10	161.57	M3	P3
43	44#阀室-45#阀室	15.2	10	125.94	M3	P2
44	45#阀室-46#阀室	14	10	116.00	M3	P2
45	46#阀室-47#阀室	15.2	10	125.94	M3	P2
46	47#阀室-48#阀室	12.7	10	105.23	M3	P2
47	48#阀室-49#阀室	7.4	10	61.31	M3	P2
48	49#阀室-50#阀室	11.9	10	98.60	M3	P2
49	50#阀室-51#阀室	12.1	10	100.25	M3	P2
50	51#阀室-52#阀室	19.3	10	159.91	M3	P2
51	52#阀室-53#阀室	17.9	10	153.27	M3	P3
52	53#阀室-潜江分输压气站	22.6	10	187.25	M3	P2
黄草峡储气库支干线						
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	14.4	10	40.59	M3	P3
54	HCX1#阀室-云台站	16.1	10	45.38	M3	P3
铜锣峡储气库支干线						
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	15.2	10	42.84	M3	P3

56	TLX1#阀室-干线大盛站	18.6	10	52.43	M3	P3
牟家坪、老翁场储气库支干线						
57	牟家坪首站-老翁场接收站	19.0	10	88.50	M3	P3
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	21.4	10	99.68	M3	P3
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	24.0	10	111.79	M3	P2
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	22.5	10	104.81	M3	P2
61	MLL3#阀室-泸县首站	15.7	10	73.13	M3	P3
大英-安岳-铜梁支干线						
62	大英首站-DAT1#阀室	23.1	10	65.11	M3	P3
63	DAT1#阀室-安岳站	21.1	10	59.47	M3	P3
64	安岳站-DAT2#阀室	20.7	10	58.35	M3	P3
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	20.7	10	58.35	M3	P3
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	18.9	10	53.27	M3	P3
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	24.0	10	67.65	M3	P3

12.3.2 环境敏感程度分级

本工程是由输气管道和站场阀室组成的输气系统，阀室的功能主要为监控、监视、截断等，阀室内无生产贮存设施；站场具有计量、过滤、清管、截断、放空等。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录D，依据本工程各管段周边200m范围内每公里人口确定本工程各管段环境敏感程度分级E值。

表 12.3-5 管道系统环境敏感程度分级

序号	管段名称	长度(km)	管段周边200m范围内人口数	管段周边200m范围内每公里人口数	E值
干线					
1	8#阀室-9#阀室	19.5	594	27	E3
2	9#阀室-10#阀室	10.2	330	15	E3
3	10#阀室-11#阀室	22.6	597	30	E3
4	11#阀室-12#阀室	21.4	672	44	E3
5	12#阀室-大盛站	16.8	1975	83	E3
6	大盛站-14#阀室	24.1	2442	102	E2
7	14#阀室-云台站	17.8	2943	187	E2
8	云台站-16#阀室	14.6	1115	86	E3
9	16#阀室-垫江压气站	20.9	1325	114	E2
10	垫江压气站-17#阀室	20.3	922	38	E3
11	17#阀室-18#阀室	14.0	1560	66	E3
12	18#阀室-18+1#阀室	21.1	2486	107	E2
13	18+1#阀室-19#阀室	19.6	796	38	E3
14	19#阀室-20#阀室	2.2	123	5	E3

15	20#阀室-21#阀室	18.4	455	22	E3
16	21#阀室-22#阀室	18.5	893	41	E3
17	22#阀室-23#阀室	23.0	875	57	E3
18	23#阀室-24#阀室	22.1	560	40	E3
19	24#阀室-利川分输压气站	16.3	396	19	E3
20	利川分输压气站-25#阀室	12.2	770	43	E3
21	25#阀室-26#阀室	21.5	910	44	E3
22	26#阀室-27#阀室	17.4	245	19	E3
23	27#阀室-28#阀室	21.5	840	60	E3
24	28#阀室-29#阀室	21	1026	46	E3
25	29#阀室-恩施分输清管站	17.6	1246	58	E3
26	恩施分输清管站-30#阀室	20.2	280	27	E3
27	30#阀室-31#阀室	20.0	1663	72	E3
28	31#阀室-32#阀室	15.4	1393	74	E3
29	32#阀室-33#阀室	12.7	1040	55	E3
30	33#阀室-34#阀室	0.6	830	56	E3
31	34#阀室-35#阀室	16.6	1218	56	E3
32	35#阀室-野三关压气站	20.6	1755	93	E3
33	野三关压气站-36#阀室	17.7	1068	68	E3
34	36#阀室-37#阀室	23.1	798	35	E3
35	37#阀室-38#阀室	17.6	322	24	E3
36	38#阀室-39#阀室	15.2	676	53	E3
37	39#阀室-40#阀室	15.8	70	18	E3
38	40#阀室-41#阀室	21.1	970	43	E3
39	41#阀室-42#阀室	20.6	245	12	E3
40	42#阀室-43#阀室	2.5	627	60	E3
41	43#阀室-宜昌分输清管站	6.2	385	46	E3
42	宜昌分输清管站-44#阀室	19.5	998	92	E3
43	44#阀室-45#阀室	15.2	645	50	E3
44	45#阀室-46#阀室	14	814	35	E3
45	46#阀室-47#阀室	15.2	2155	121	E2
46	47#阀室-48#阀室	12.7	1383	61	E3
47	48#阀室-49#阀室	7.4	1540	125	E2
48	49#阀室-50#阀室	11.9	1339	101	E2
49	50#阀室-51#阀室	12.1	2552	139	E2
50	51#阀室-52#阀室	19.3	485	21	E3
51	52#阀室-53#阀室	17.9	18	3	E3
52	53#阀室-潜江分输压气站	22.6	676	40	E3
黄草峡储气库支干线					
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	14.4	245	12	E3
54	HCX1#阀室-云台站	16.1	627	60	E3
铜锣峡储气库支干线					
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	15.2	280	27	E3
56	TLX1#阀室-干线大盛站	18.6	1663	72	E3
牟家坪、老翁场储气库支干线					
57	牟家坪首站-老翁场接收站	19.0	455	22	E3
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	21.4	893	41	E3
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	24.0	875	57	E3

60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	22.5	560	40	E3
61	MLL3#阀室-泸县首站	15.7	396	19	E3
大英-安岳-铜梁支干线					
62	大英首站-DAT1#阀室	23.1	327	28	E3
63	DAT1#阀室-安岳站	21.1	297	16	E3
64	安岳站-DAT2#阀室	20.7	594	27	E3
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	20.7	330	15	E3
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	18.9	597	30	E3
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	24.0	672	44	E3

12.3.3 环境风险潜势初判

根据 12.3.1 章节和 12.3.2 章节中对于本工程危险物质及工艺系统危险性等级和大气环境敏感程度的判断，本工程环境风险潜势如表 12.3-6 所示。

表 12.3-6 本工程各管段环境风险潜势初判

序号	管段名称	P 值	E 值	环境风险潜势
1	8#阀室-9#阀室	P2	E3	III
2	9#阀室-10#阀室	P2	E3	III
3	10#阀室-11#阀室	P2	E3	III
4	11#阀室-12#阀室	P2	E3	III
5	12#阀室-大盛站	P2	E3	III
6	大盛站-14#阀室	P2	E2	III
7	14#阀室-云台站	P2	E2	III
8	云台站-16#阀室	P2	E3	III
9	16#阀室-垫江压气站	P3	E2	III
10	垫江压气站-17#阀室	P2	E3	III
11	17#阀室-18#阀室	P2	E3	III
12	18#阀室-18+1#阀室	P2	E2	III
13	18+1#阀室-19#阀室	P2	E3	III
14	19#阀室-20#阀室	P2	E3	III
15	20#阀室-21#阀室	P2	E3	III
16	21#阀室-22#阀室	P2	E3	III
17	22#阀室-23#阀室	P2	E3	III
18	23#阀室-24#阀室	P2	E3	III
19	24#阀室-利川分输压气站	P2	E3	III
20	利川分输压气站-25#阀室	P2	E3	III
21	25#阀室-26#阀室	P2	E3	III
22	26#阀室-27#阀室	P2	E3	III
23	27#阀室-28#阀室	P2	E3	III
24	28#阀室-29#阀室	P2	E3	III
25	29#阀室-恩施分输清管站	P2	E3	III
26	恩施分输清管站-30#阀室	P3	E3	II
27	30#阀室-31#阀室	P2	E3	III
28	31#阀室-32#阀室	P2	E3	III
29	32#阀室-33#阀室	P2	E3	III

30	33#阀室-34#阀室	P2	E3	III
31	34#阀室-35#阀室	P2	E3	III
32	35#阀室-野三关压气站	P2	E3	III
33	野三关压气站-36#阀室	P2	E3	III
34	36#阀室-37#阀室	P2	E3	III
35	37#阀室-38#阀室	P2	E3	III
36	38#阀室-39#阀室	P2	E3	III
37	39#阀室-40#阀室	P3	E3	II
38	40#阀室-41#阀室	P2	E3	III
39	41#阀室-42#阀室	P2	E3	III
40	42#阀室-43#阀室	P3	E3	II
41	43#阀室-宜昌分输清管站	P3	E3	II
42	宜昌分输清管站-44#阀室	P3	E3	II
43	44#阀室-45#阀室	P2	E3	III
44	45#阀室-46#阀室	P2	E3	III
45	46#阀室-47#阀室	P2	E2	III
46	47#阀室-48#阀室	P2	E3	III
47	48#阀室-49#阀室	P2	E2	III
48	49#阀室-50#阀室	P2	E2	III
49	50#阀室-51#阀室	P2	E2	III
50	51#阀室-52#阀室	P2	E3	III
51	52#阀室-53#阀室	P3	E3	II
52	53#阀室-潜江分输压气站	P2	E3	III
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	P2	E3	III
54	HCX1#阀室-云台站	P3	E3	II
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	P2	E3	III
56	TLX1#阀室-干线大盛站	P2	E3	III
57	牟家坪首站-老翁场接收站	P2	E3	III
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	P2	E3	III
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	P2	E3	III
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	P2	E3	III
61	MLL3#阀室-泸县首站	P2	E3	III
62	大英首站-DAT1#阀室	P2	E3	III
63	DAT1#阀室-安岳站	P2	E3	III
64	安岳站-DAT2#阀室	P2	E3	III
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	P3	E3	II
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	P2	E3	III
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	P2	E3	III

12.4 评价等级和评价范围

12.4.1 评价等级

本工程输送的介质为天然气，天然气不溶于水，即本工程在事故情形下的环境影响途径主要为大气，根据 12.3 章节中对各危险单元环境风险潜势的初判，按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)中对于

评价等级的规定(如下表所示)，可以确定本工程各管段评价等级(见表12.4-2)，本工程各站场因危险物质在线量均小于其临界量，只需进行简单分析，无需判定评价等级。

表 12.4-1　风险评价工作等级划分

环境风险潜势	Ⅳ⁺、Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]
[a]是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性说明。				

表 12.4-2　本工程各管道环境风险评价工作等级一览

序号	管段名称	环境风险潜势	评价等级
干线			
1	8#阀室-9#阀室	Ⅲ	二级
2	9#阀室-10#阀室	Ⅲ	二级
3	10#阀室-11#阀室	Ⅲ	二级
4	11#阀室-12#阀室	Ⅲ	二级
5	12#阀室-大盛站	Ⅲ	二级
6	大盛站-14#阀室	Ⅲ	二级
7	14#阀室-云台站	Ⅲ	二级
8	云台站-16#阀室	Ⅲ	二级
9	16#阀室-垫江压气站	Ⅲ	二级
10	垫江压气站-17#阀室	Ⅲ	二级
11	17#阀室-18#阀室	Ⅲ	二级
12	18#阀室-18+1#阀室	Ⅲ	二级
13	18+1#阀室-19#阀室	Ⅲ	二级
14	19#阀室-20#阀室	Ⅲ	二级
15	20#阀室-21#阀室	Ⅲ	二级
16	21#阀室-22#阀室	Ⅲ	二级
17	22#阀室-23#阀室	Ⅲ	二级
18	23#阀室-24#阀室	Ⅲ	二级
19	24#阀室-利川分输压气站	Ⅲ	二级
20	利川分输压气站-25#阀室	Ⅲ	二级
21	25#阀室-26#阀室	Ⅲ	二级
22	26#阀室-27#阀室	Ⅲ	二级
23	27#阀室-28#阀室	Ⅲ	二级
24	28#阀室-29#阀室	Ⅲ	二级
25	29#阀室-恩施分输清管站	Ⅲ	二级
26	恩施分输清管站-30#阀室	Ⅱ	三级
27	30#阀室-31#阀室	Ⅲ	二级
28	31#阀室-32#阀室	Ⅲ	二级
29	32#阀室-33#阀室	Ⅲ	二级
30	33#阀室-34#阀室	Ⅲ	二级
31	34#阀室-35#阀室	Ⅲ	二级
32	35#阀室-野三关压气站	Ⅲ	二级

33	野三关压气站-36#阀室	III	二级
34	36#阀室-37#阀室	III	二级
35	37#阀室-38#阀室	III	二级
36	38#阀室-39#阀室	III	二级
37	39#阀室-40#阀室	II	三级
38	40#阀室-41#阀室	III	二级
39	41#阀室-42#阀室	III	二级
40	42#阀室-43#阀室	II	三级
41	43#阀室-宜昌分输清管站	II	三级
42	宜昌分输清管站-44#阀室	II	三级
43	44#阀室-45#阀室	III	二级
44	45#阀室-46#阀室	III	二级
45	46#阀室-47#阀室	III	二级
46	47#阀室-48#阀室	III	二级
47	48#阀室-49#阀室	III	二级
48	49#阀室-50#阀室	III	二级
49	50#阀室-51#阀室	III	二级
50	51#阀室-52#阀室	III	二级
51	52#阀室-53#阀室	II	三级
52	53#阀室-潜江分输压气站	III	二级
53	黄草峡首站-HCX1#阀室	III	二级
54	HCX1#阀室-云台站	II	二级
55	铜锣峡首站-TLX1#阀室	III	二级
56	TLX1#阀室-大盛站	III	二级
57	牟家坪首站-老翁场接收站	III	二级
58	老翁场接收站-MLL1#阀室	III	二级
59	MLL1#阀室-MLL2#阀室	III	三级
60	MLL2#阀室-MLL3#阀室	III	二级
61	MLL3#阀室-泸县首站	III	二级
62	大英首站-DAT1#阀室	III	二级
63	DAT1#阀室-安岳站	III	二级
64	安岳站-DAT2#阀室	III	三级
65	DAT2#阀室-DAT3#阀室	II	二级
66	DAT3#阀室-DAT4#阀室	III	二级
67	DAT4#阀室-铜梁压气站	III	二级

由上表可以看出，本工程各管段评价等级最高为二级，因此，本工程环境风险评价等级为二级。

12.4.2 评价范围

根据本工程环境风险评价等级，可确定本工程的大气环境风险评价范围为：管道中心线两侧各 200m，站场站址周边 5km 的区域。

12.5　环境风险识别

12.5.1　输送介质危险性分析

本工程输送物质为商品净化天然气，天然气中主要组份为甲烷、乙烷、丙烷等，各主要组分基本性质见表 12.5-1，天然气的危险特性见表 12.5-2，主要组份甲烷的物质特性见表 12.5-3。

由表可见，天然气具有以下危险特性：

1)　易燃性

天然气属于甲类火灾危险物质。对于石油蒸汽、天然气常常在作业场所或储存区弥散、扩散或在低洼处聚集，在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧，因此具有较大的火灾危险性。

2)　易爆性

天然气与空气组成混合气体，其浓度处于一定范围时，遇火即发生爆炸。天然气(甲烷)的爆炸极限范围为 5～15(%V/V)，爆炸浓度极限范围愈宽，爆炸下限浓度值越低，物质爆炸危险性就越大。

3)　毒性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合症。甲烷属“单纯窒息性气体”，高浓度时因缺氧窒息而引起中毒，空气中甲烷浓度达到 25%～30%时出现头晕，呼吸加速、运动失调。

4)　热膨胀性

天然气随温度升高膨胀特别明显。如果站场储存容器遭受暴晒或靠近高温热源，容器内的介质受热膨胀造成容器内压增大而膨胀。这种热胀冷缩作用往往损坏储存容器，造成介质泄漏。天然气储存容器在低温下还可能引起外压失稳。

5)　静电荷聚集性

虽然静电荷主要发生在油品的运输、流动、装卸等工艺中，但是压缩气体从管口或破损处高速喷出时，由于强烈的摩擦作用，也会产生静电。静电的危害主要是静电放电。如果静电放电产生的电火花能量达到或大于可燃物的最小点火能，就会立即引起燃烧、爆炸。

6)　易扩散性

天然气的泄漏不仅会影响管道的正常输送，还会污染周围的环境，甚

至使人中毒，更为严重的是增加了火灾爆炸的危险。当管道系统密封不严时，天然气极易发生泄漏，并可随风四处扩散，遇到明火极易引起火灾或爆炸。

表 12.5-1　天然气主要组分基本性质

组分	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	$I-C_4H_{10}$	C_5-C_{11}
密度(kg/Nm^3)	0.72	1.36	2.01	2.71	2.71	3.45
爆炸上限%(v)	5.0	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4
爆炸下限%(v)	15.0	13.0	9.5	8.4	8.4	8.3
自燃点(℃　)	645	530	510	490	/	/
理论燃烧温度(℃)	1830	2020	2043	2057	2057	/
燃烧 1m^{3}气体所需空气量(m^3)	9.54	111.7	23.9	31.02	31.02	38.18
最大火焰传播速度(m/s)	0.67	0.86	0.82	0.82	/	/

表 12.5-2　天然气的危险特性

临界温度℃		-79.48	燃烧热　kJ/kmol	884768.6
临界压力　bar		411.7	LFL(%V/V)	4.56
标准沸点℃		-162.81	UFL(%V/V)	19.13
溶点℃		-178.9	分子量　kg/kmol	111.98
最大表明辐射能 kW/m^2		200.28	最大燃烧率　kg/m^3.s	0.13
爆炸极限%(v)	上限	15	燃烧爆炸危险度	1.8
	下限	5	危险性类别	第　2.1　类　　易燃气体
密度　kg/m^3		0.73(压力　1atm，温度　20℃状态下)		

表 12.5-3　甲烷物质特性

类别	项目	甲烷(methaneCASNo.：　74-82-8)
理化性质	外观及性状	无色无臭气体
	分子式/分子量	CH_4/111.04
	熔点/沸点(℃)	-182.5/-161.5
	密度	相对密度(水=1)：0.42(-164℃)；相对蒸气密度(空气=1)：0.56
	饱和蒸汽压(kPa)	53.32(-168.8℃)
	溶解性	微溶于水，溶于醇、乙醚
燃烧爆炸危险性	危险标记	4 易燃气体
	闪点/引燃温度(℃)	-188/538
	爆炸极限(vol%)	爆炸上限%(V/V)：15；爆炸下限%(V/V)：5
	稳定性	稳定
	危险特性	易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。
	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。
	储运注意事项	储存于阴凉、通风的库房。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。应与氧化剂等分开存放。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储区应备有泄漏应急处理设备。

毒理性质	毒性	属微毒类。允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。有单纯性窒息作用，在高浓度时因缺氧窒息而引起中毒。空气中达到25%～30%出现头昏、呼吸加速、运动失调。 急性毒性：小鼠吸入42%浓度×60分钟，麻醉作用；兔吸入42%浓度×60分钟，麻醉作用。
	健康危害	甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。
泄漏处置	人员撤离、防火处置、通风处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器妥善处理修复检验后再用。
防护措施	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩带自吸过滤式防毒面具(半面罩)。
	眼睛防护	一般不需要特别防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
	身体防护	穿防静电工作服
	手防护	戴一般作业防护手套
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
急救措施	皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。

12.5.2 生产设施风险识别

根据项目工程分析，项目涉及的生产设施主要是阀室与输气管道。输气管道涉及的危险性物料输送量大，对管道的承压、密封和耐腐蚀要求较高，存在因管道破裂发生物料泄漏及着火爆炸的可能。

本工程管线属于长输管道，输送的介质具有易燃、易爆危险性。在设计、施工、运行管理过程中，可能存在设计不合理、施工质量问题、腐蚀、疲劳等因素，可能造成阀门、仪器仪表、管线等设备设施及连接部位泄漏而引起火灾、爆炸事故。

1) 设计不合理

(1) 材料选材、设备选型不合理

在确定管子、管件、法兰、阀门、机械设备、仪器仪表材料时，未充分考虑材料的强度，若管线的选材不能满足强度要求，管道存在应力开裂危险。

(2) 管线布置、柔性考虑不周

管线布置不合理，造成管道因热胀冷缩产生变形破坏或振动；埋地管道弯头的设置、弹性敷设、埋设地质影响、温差变化等，对运行管道产生管道位移具有重要影响，柔性分析中如果未充分考虑或考虑不全面，将会引起管道弯曲、拱起甚至断裂。管内介质不稳定流动和穿越公路、铁路处地基振动产生的管道振动也可能导致管道位移。

(3) 结构设计不合理

在管道结构设计中未充分考虑使用后定期检验或清管要求，造成管道投入使用后不能保证管道内检系统或清管球的通过，而不能定期检验或清污；或者管道、压力设备结构设计不合理，难以满足工艺操作要求甚至带来重大安全事故。

(4) 防雷、防静电设计缺陷

管道工程如果防雷、防静电设计不合理、设计结构、安装位置等不符合法规、标准要求，会为工程投产后带来很大的安全隐患。

2) 穿越工程危险、有害因素分析

本工程管道在敷设途中，多处穿越公路、铁路及河流，对于穿越段管道，存在以下危险、有害因素：

(1) 河流穿越的影响

河流穿越处对管道的破坏形式主要有河床的下切和河岸的扩张两种。在汛期水量急增的情况下，容易造成河床段管道的下切暴露，甚至冲断。河岸垮塌严重，也会造成岸坡管道的暴露悬空。

(2) 公路、铁路穿越的影响

管道穿越高速公路、Ⅰ、Ⅱ级公路或有特殊要求的公路时，采用顶管方式施工。铁路采取顶管和开挖加套管的方式穿越。道路上车辆通过时产生的振动会对管道产生管道应力破坏。

(3) 带套管穿越的影响

管线带套管穿越高等级公路时，由于套管对阴极保护电流的屏蔽作用，无法使套管内工作管得到应有的保护，为此可研对这些输送管补加牺牲阳极进行保护，可以有效抑制阴极保护失效的影响。

3) 腐蚀、磨蚀

本工程管道沿线地区土壤电阻率随季节性变化，可能存在由杂散干扰

引起的波动等因素。容易引起防腐失效，腐蚀既有可能大面积减薄管的壁厚，导致过度变形或爆破，也有可能导致管道穿孔，引发漏气事故。另外，如果管道的阴极保护系统故障或受到人为破坏，使被保护管段短时失去保护，也可能导致管线腐蚀。

在管输工艺过程中，若天然气中所含尘粒等固体杂质未被有效分离清除，同时管输天然气的流速较高，会冲击、磨蚀管道或设备材料表面，在管线转弯处尤为严重，从而可能导致局部减薄、刺漏。

管道接近交流电源输送线路和电气化铁路存在着一定风险。这些用电设备的接地故障及输气管道的感应过程，都会损坏管道的防腐涂层，从而对管道安全造成威胁。如果保护管道的相应措施不当，输电线路及电气化铁路产生的杂散电流对输气管道防腐层则可能产生破坏作用。

4) 疲劳失效

管道、设备等设施在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即为因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，即使在交变应力低于材料屈服极限的情况下，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。

管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，穿越公路处地基振动产生管道振动等均会产生交变应力。而管道、设备等设施在制造过程中，不可避免的存在开孔或支管连接、焊缝缺陷，这些几何不连续造成应力集中，由于交变应力的作用将在这些部位产生疲劳裂纹，疲劳裂纹逐渐扩展贯穿整个壁厚后，会导致天然气泄漏或火灾、爆炸事故。

5) 施工机械漏油

管道工程施工过程当中会使用多种施工机械。其中，多数机械使用柴油作为动力。本工程施工机械会定期保养，漏油的可能性很小。

12.5.3 环境影响途径识别

本项目管道一旦发生泄漏，泄漏出的天然气和发生爆炸后燃烧产生的 CO 为气态污染物，其进入大气环境后，通过大气扩散对项目周围大气环境造成危害。

本工程定向钻等施工过程当中如果发生涌水、施工机械油品泄漏等情况，如果处置不当，则可能进入水环境当中。

12.5.4 同类管道工程事故调查

12.5.4.1 国外同类事故统计与分析

1） 欧洲

欧洲是天然气工业发展比较早，也是十分发达的地区，经过几十年的发展和建设，该地区的跨国管道已将许多欧洲国家相连，形成了密集复杂的天然气网络系统。为了更有效地掌握输气管道事故发生的频率和原因，1982 年开始，6 家欧洲气体输送公司联合开展了收集所属公司管道事故的调查工作。这项工作得到了各大输气公司的积极响应，并据此成立了一个专门组织即欧洲输气管道事故数据组织(EGIG)。目前，EGIG 已经涵盖了 17 家欧洲主要天然气管道运营单位，管道长度约 14.3×10^4km(管道压力≥1.5MPa.包括 DN100mm 以下的管道)。这个数据库已经在世界各地的燃气管道安全分析中广泛应用，对提高管道安全发挥了作用。

(1) 事故率统计

2018 年 3 月，EGIG 发布了“10^{th} EGIG report”，对 1970 年～2016 年共 47 年间该组织范围内所辖的输气管道的事故进行统计分析。根据该报告，1970 年～2016 年间，共发生事故 1366 起。每年发生的事故次数统计见图 12.5-1。

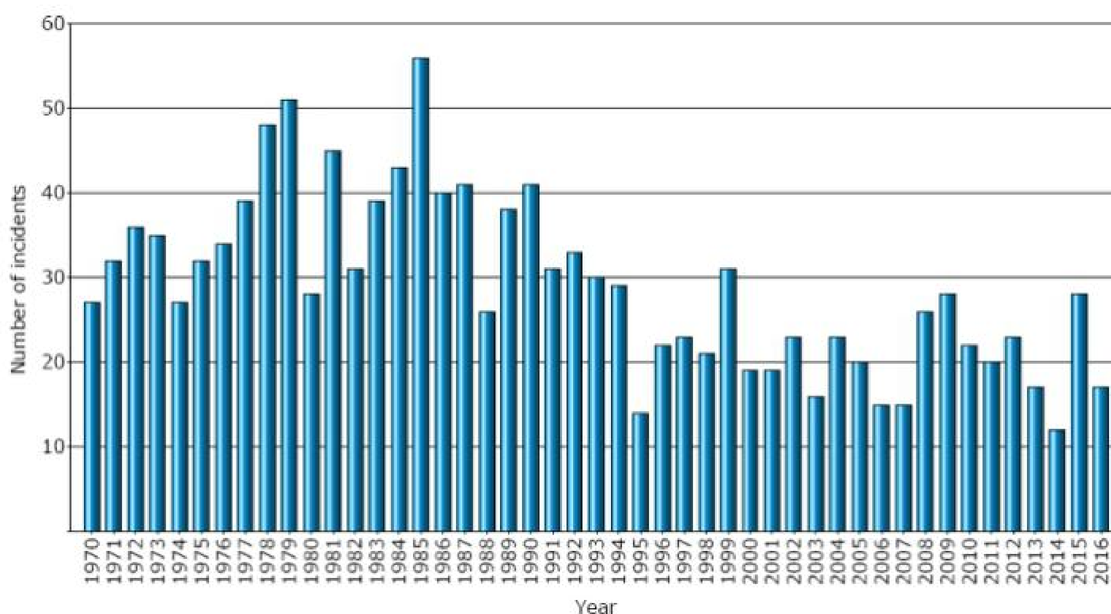


图 12.5-1 历年事故次数统计(1970～2016)

EGIG 对 1970～2016 年 47 年间、EGIG 前几期报告所对应时间段、近 40 年、近 30 年、近 20 年、近 10 年以及近 5 年等各个时间段的事故率进行了对比，具体见表 12.1-6。1970～2016 年间总事故率为 0.31/1000km•a，与 1970～2013 年间总事故率 0.33/1000km•a 相比，稍微有所下降。2012～2016 近 5 年间，事故率仅为 0.14/1000km•a。

表 12.5-4　不同时段事故率统计

统计时段	统计年数	事故次数(次)	统计管道总长(km・a)	事故率(/1000km・a)
1970-2007	38 年	1173	3.15×106	0.372
1970-2010	41 年	1249	3.55×106	0.351
1970-2013	44 年	1309	3.98×106	0.329
1970-2016	47 年	1366	4.41×106	0.310
1977-2016	近 40 年	1143	4.12×106	0.278
1987-2016	近 30 年	723	3.44×106	0.210
1997-2016	近 20 年	418	2.53×106	0.165
2007-2016	近 10 年	208	1.39×106	0.150
2012-2016	近 5 年	97	0.72×106	0.136

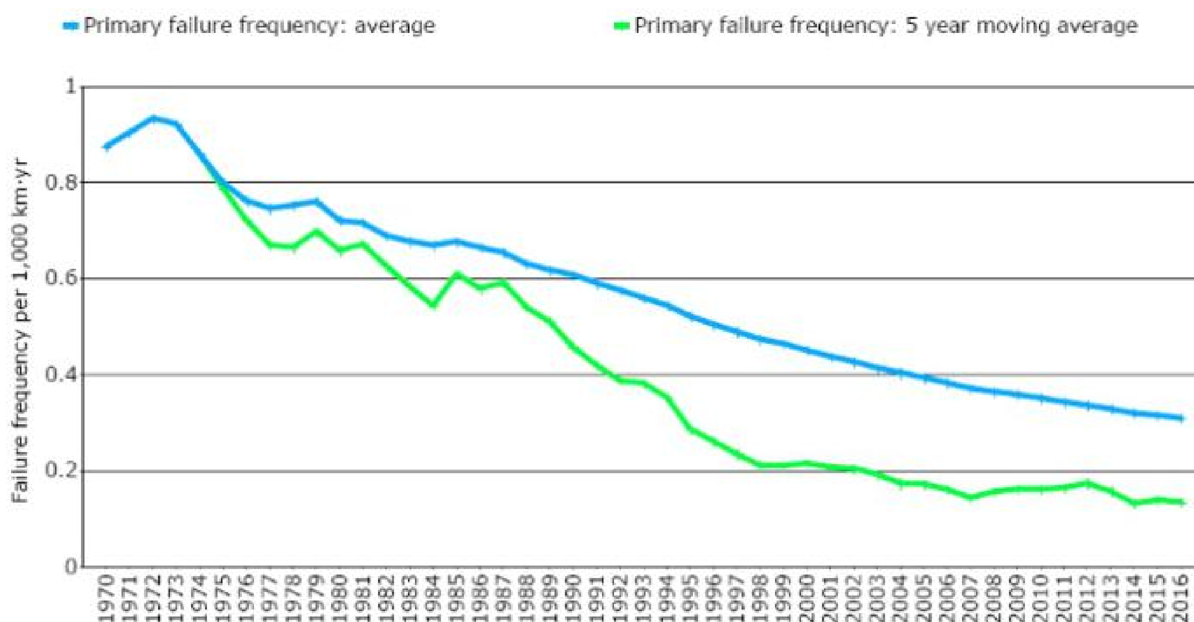


图 12.5-2　事故率变化趋势(EGIG)

图 12.5-2 为事故率变化情况。从该图可知，事故率稳步下降，从 1970 年的 0.87/1000km·a，降至 2016 年的 0.31/1000km・a；其 5 年移动平均事故率更是降至最初的六分之一，由 0.86/1000km・a 降至 0.14/1000km・a。

(2)　事故原因统计

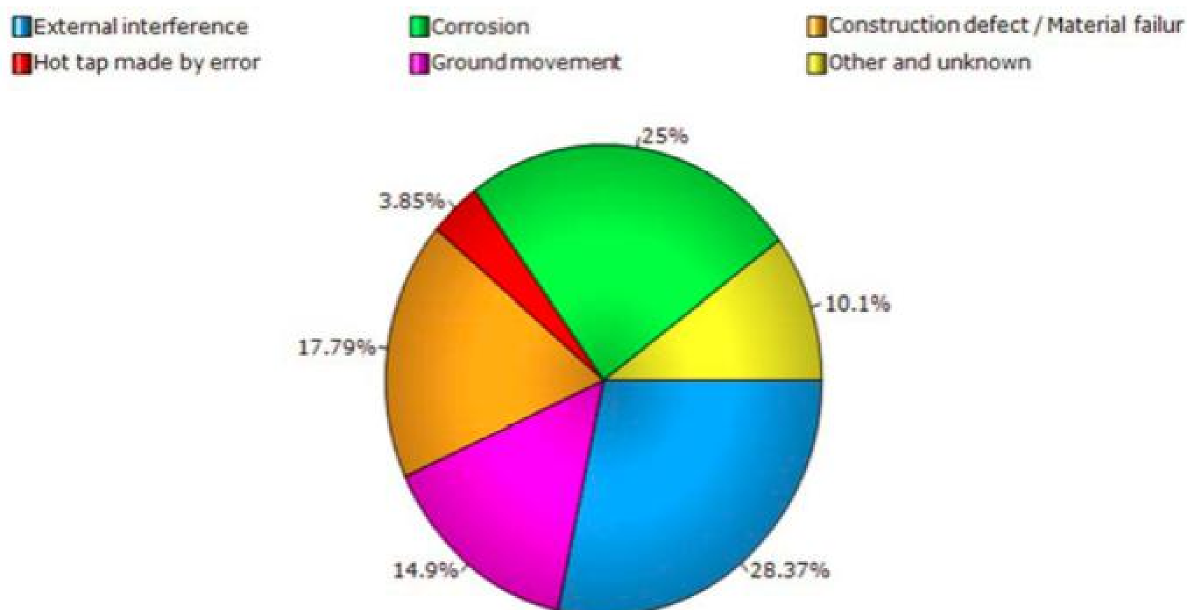


图 12.5-3　欧洲输气管道事故原因统计(2007～2016)

根据统计，近十年来，腐蚀和第三方破坏导致的事故占比不相上下。第三方破坏事故占比 28.37%，腐蚀事故占比 25%，施工和材料缺陷事故占比 17.79%，地基位移、其他原因和误操作等事故分别位于第 4～6 位，详见图 12.5-3。前三项事故原因不仅是造成欧洲输气管道事故的主要因素，而且也是整个世界管道工业中事故率最高的三大因素。

图 12.5-4、表 12.5-5 展示了不同事故原因导致的各种泄漏孔径的事故率数值。虽然近年来事故率有所下降，但是对于某种孔径的泄漏来说，其产生原因依然没变。导致穿孔事故和破裂事故的原因依然主要是第三方破坏，针孔泄漏依然主要是由腐蚀导致的。

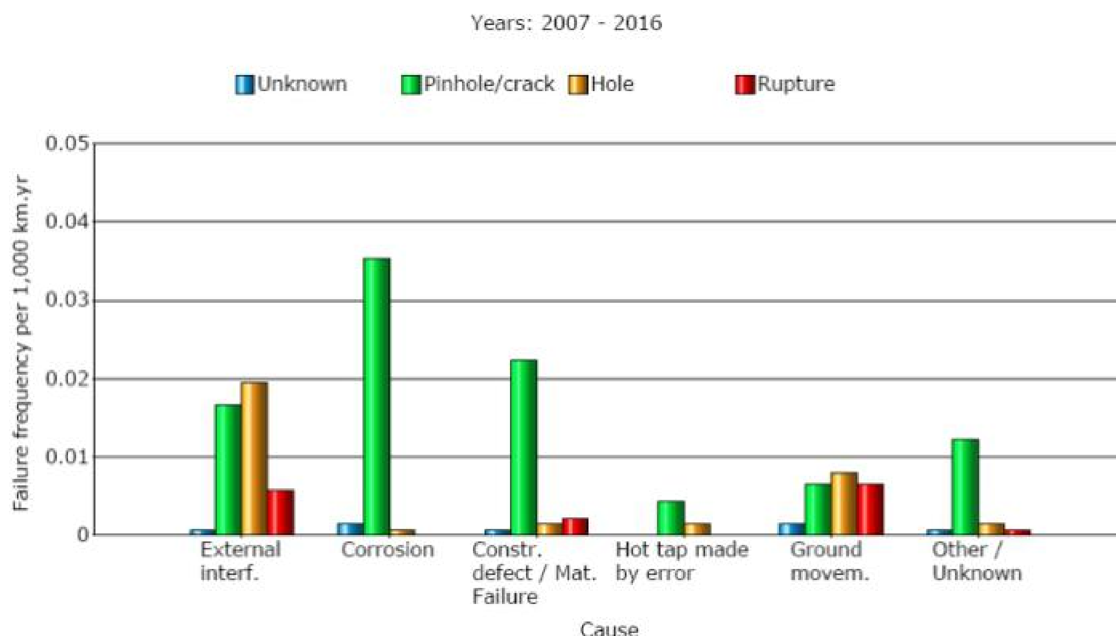


图 12.5-4　不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计(2007～2016)

表 12.5-5　不同原因导致的各种类型泄漏事故率统计(2007～2016)

泄漏孔径类型	事故率(/1000km·a)					
	第三方破坏	腐蚀	施工/材料缺陷	热损伤	地基位移	其他未知原因
破裂	0.0058	0.0000	0.0022	0.0000	0.0065	0.0007
穿孔	0.0195	0.0007	0.0014	0.0014	0.0079	0.0014
针孔	0.0166	0.0353	0.0224	0.0043	0.0065	0.0123
未知	0.0007	0.0014	0.0007	0.0000	0.0014	0.0007

①　第三方破坏

第三方破坏指的是由外在原因或由第三方以及不可抗拒的外力而引发的管道事故，它是造成欧洲输气管道事故的首要原因，近十年来约占事故总数的 28.37%。随着对如何防止第三方破坏的重视，近十年来由第三方破坏引发的事故率已降至 0.043/1000km•a。

EGIG 调查结果还显示管道事故的发生频率与管道直径、埋深和壁厚均有关系。图 12.5-5 至图 12.1-6 分别列出了因第三方破坏引发的管道事故率与不同管径、埋深和壁厚的关系。

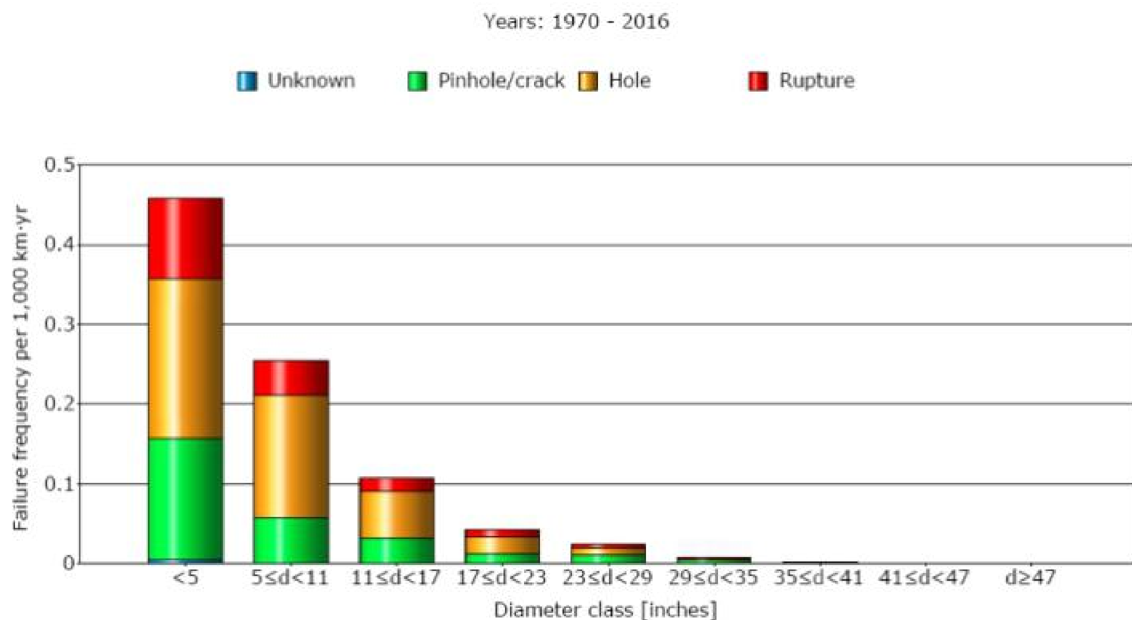


图 12.5-5　不同管径管道因第三方破坏导致的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

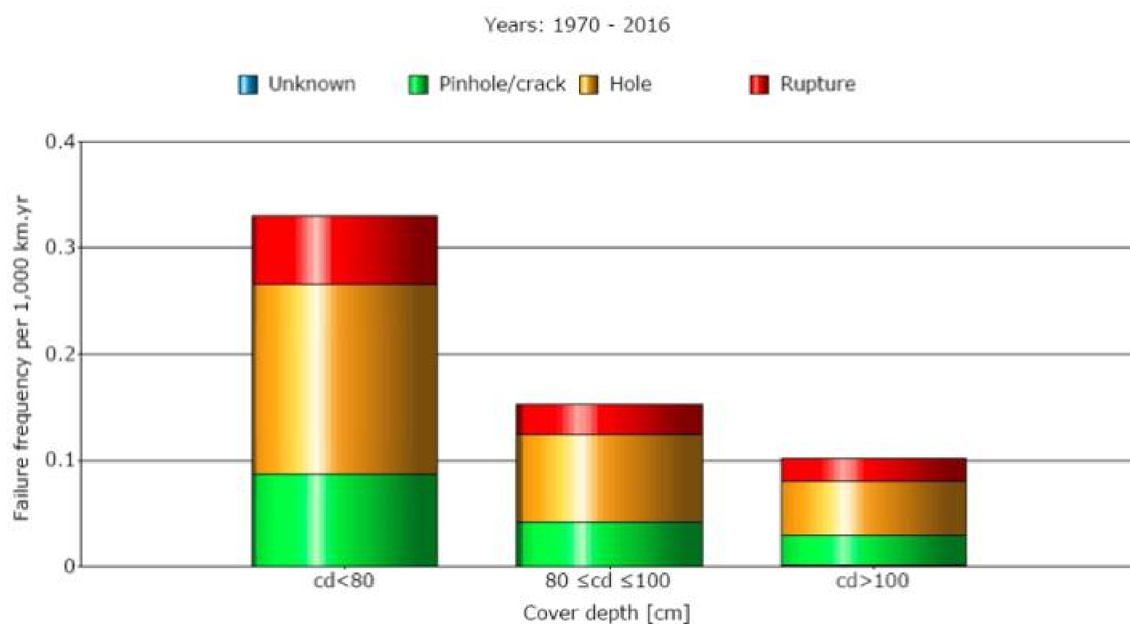


图 12.5-6　不同埋深的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

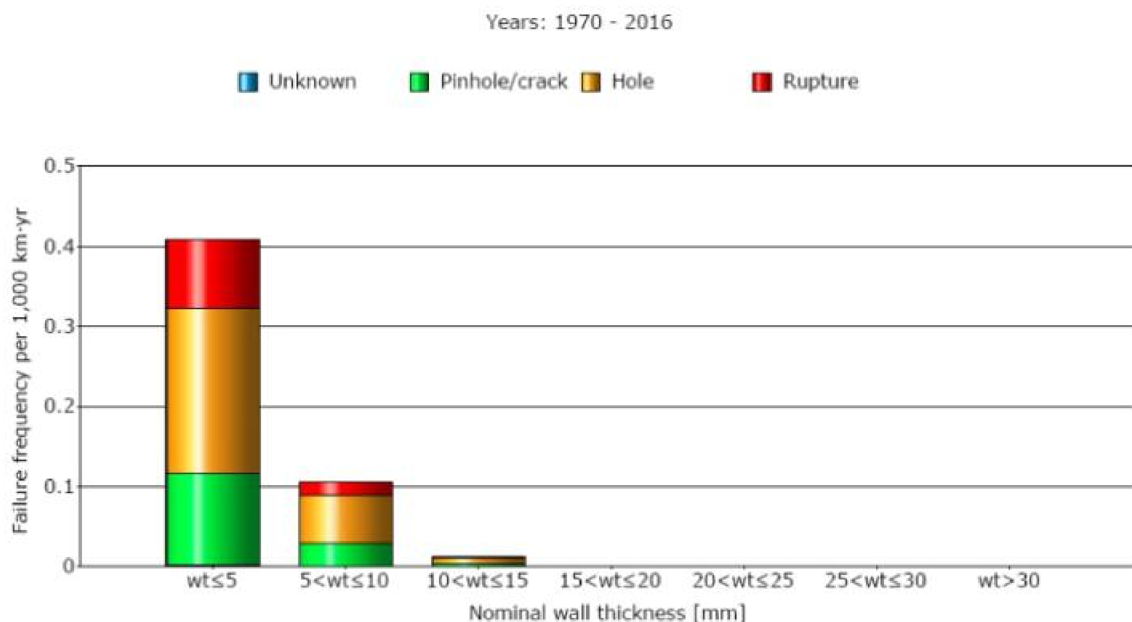


图 12.1-7　不同壁厚的管道因第三方破坏引起的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

由图 12.5-5 至图 12.5-7 得出的结论为：管径较小的管道，其事故率高于管径较大管道的事故率。因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以小管径管道更容易受到第三方破坏；管道埋深越深，第三方破坏事故率越低；管道壁厚越厚，第三方破坏事故率也越低；

研究还显示，近年来各种填埋深度的管道与之前同样埋深的管道相比，事故率也有所下降；15mm 以上壁厚的管道，没有发生过第三方破坏事故。

② 腐蚀

腐蚀也是欧洲输气管道泄漏的主要原因之一，且通常发生在薄壁管上。根据 EGIG 的统计结果，近十年来腐蚀引发的事故率排在第二位，占事故总数的 25%。图 12.5-8～图 12.5-10 给出了腐蚀导致的管道事故率与管道建设年代、防腐层类型和壁厚之间的关系。

从图 12.5-8～图 12.5-10 可知：

早期建设的管道，主要采用沥青作为防腐层，事故率较高；近年来，大多数管道采用诸如聚乙烯类材料的现代涂层，腐蚀事故率明显下降；聚乙烯涂层与其他类型涂层相比，可大大降低管道的腐蚀事故率。

腐蚀事故率随着管道壁厚增加而下降。主要原因为：腐蚀过程跟时间有关，跟管道壁厚没有关系。但是管壁越薄越容易因腐蚀而损坏。管壁越厚的管道，发生腐蚀损坏需要的时间就越长，因此也就有更多的机会被检

测到。

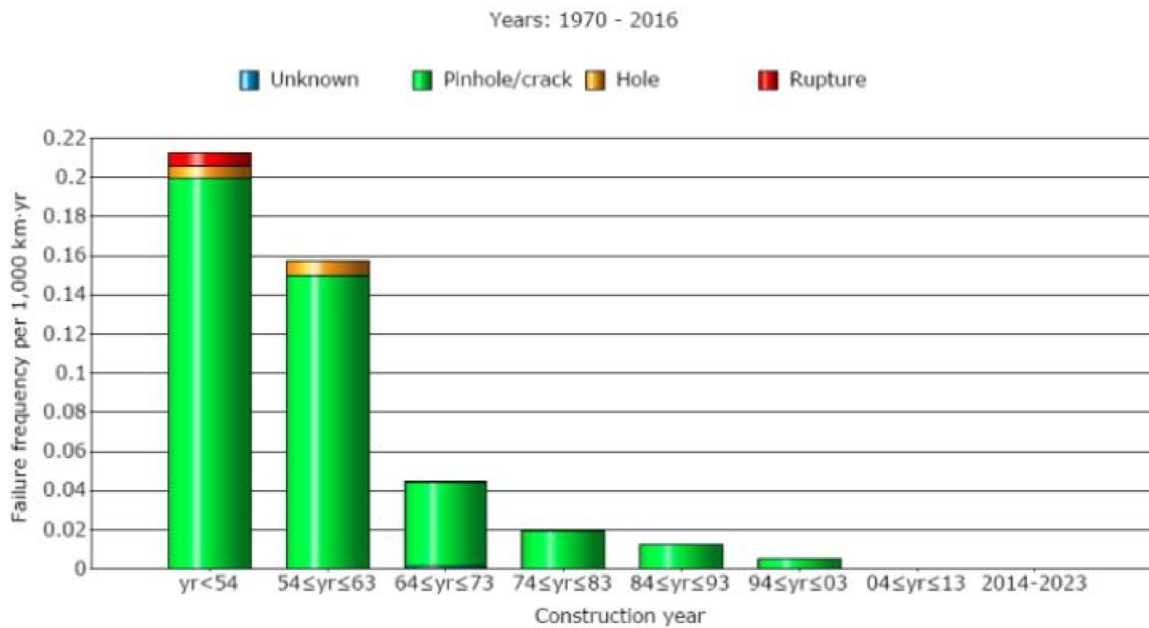


图 12.5-8　不同年代建设的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

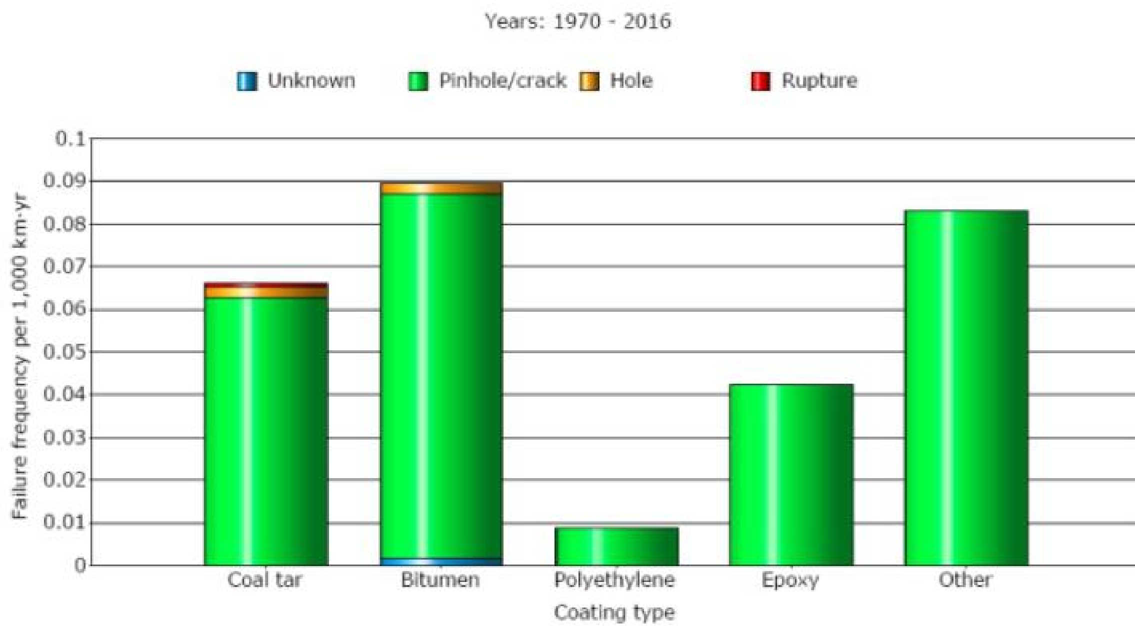


图 12.5-9　采用不同防腐层的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

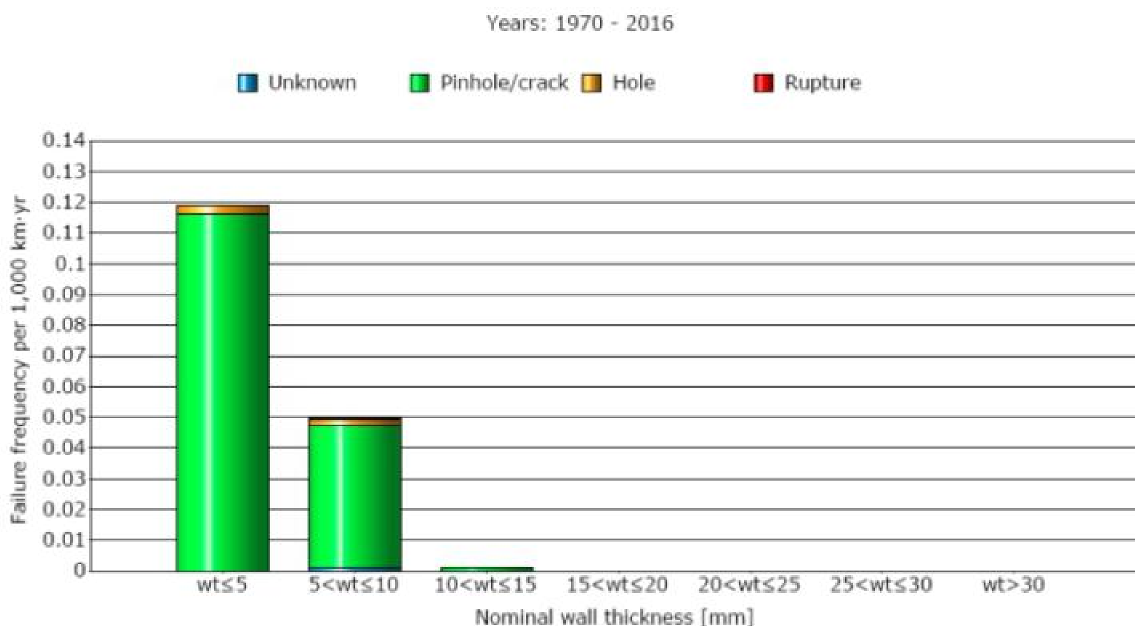


图 12.5-10　不同壁厚的管道因腐蚀导致的各类泄漏事故率统计(1970～2016)

EGIG 还对腐蚀事故有关的两个方面的数据进行了统计，分别为腐蚀发生位置(内腐蚀、外腐蚀、未知位置)和腐蚀类型(全面腐蚀、点状腐蚀、裂纹腐蚀)。具体见图 12.5-11。

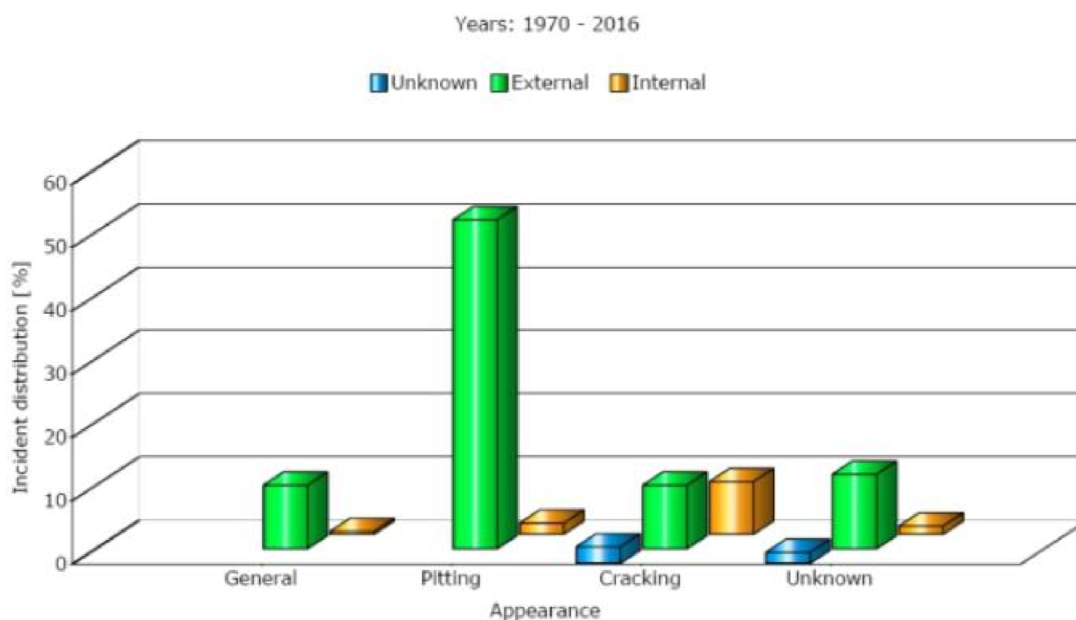


图 12.5-11　1970 年～2016 年间管道腐蚀发生位置以及腐蚀类型统计

根据统计得知，点状腐蚀是最普遍的腐蚀类型，几乎所有带有点状腐蚀的事故都发生管道的外表面。裂纹腐蚀是第二大腐蚀类型，且在管道内

外表面均有发生。近年来，所有的裂纹腐蚀均发生在管道外表面。全面腐蚀即金属表面出现均匀的腐蚀现象，这种类型的腐蚀通常在管道外表面被检测到。

③　施工缺陷及材料缺陷

根据 EGIG 的统计，近十年(2007～2016 年)来，施工和材料缺陷在欧洲输气管道事故因素中占第三位，所占比例为 17.79%。EGIG 对 1970～2016 年之间发生的，因施工和材料缺陷导致的事故进行了统计(见图 12.5-12、图 12.5-13)。总而言之，近年来由施工和材料缺陷导致的事故率逐年下降。由于施工技术的提高，新建管道发生的施工缺陷事故率越来越少。

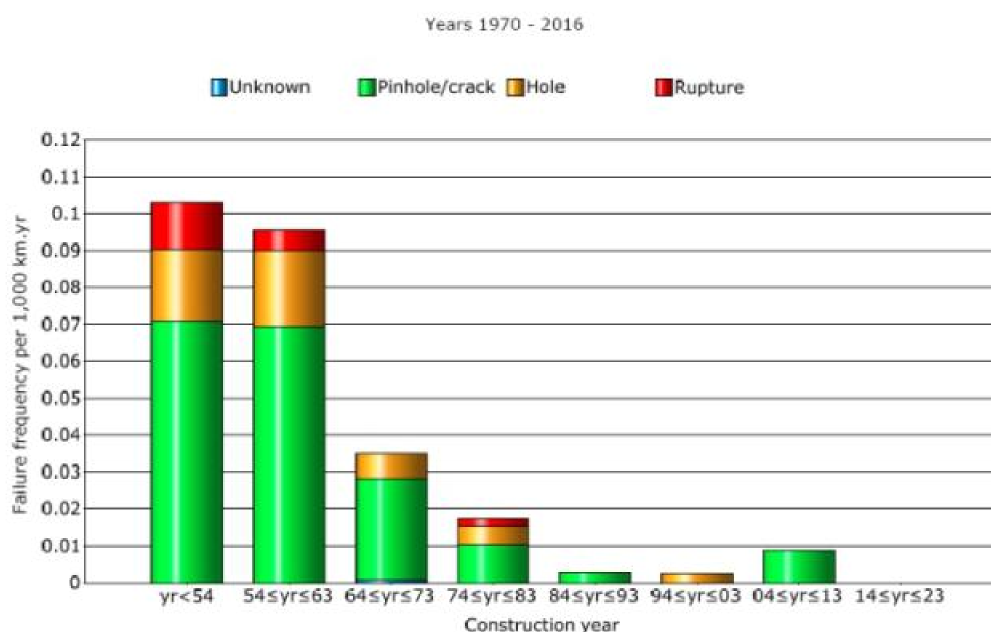


图 12.1-12　不同建设年限的管道
因施工缺陷导致的各种类型泄漏孔径事故率统计(1970 年～2016)

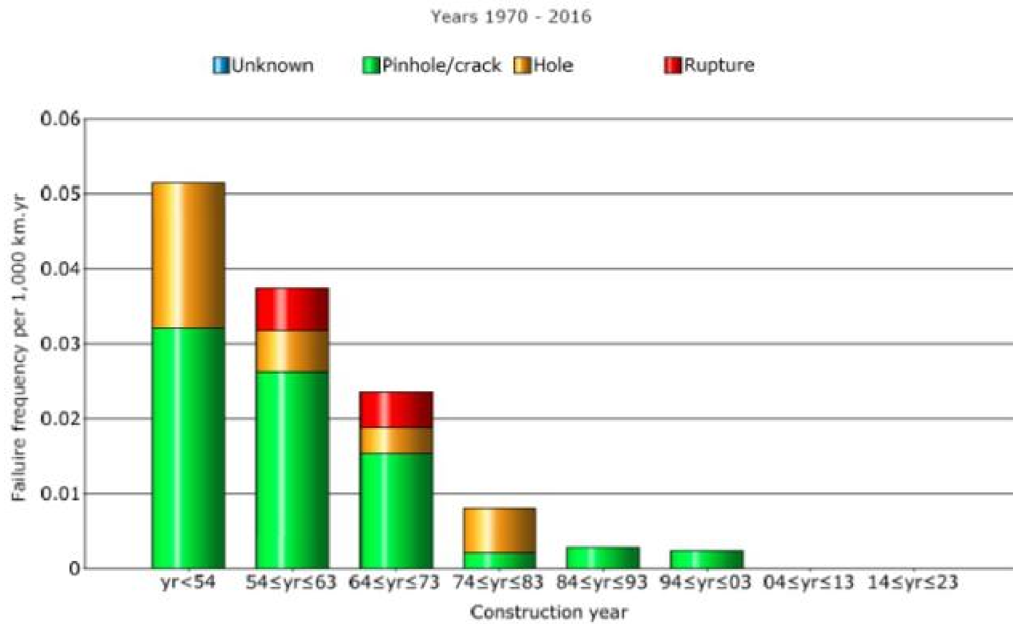


图 12.1-13　建于不同年代的管道
因材料缺陷导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2016)

图 12.5-14 对各种等级管材，因材料缺陷导致的，各种类型泄漏孔径的事故率进行了统计。

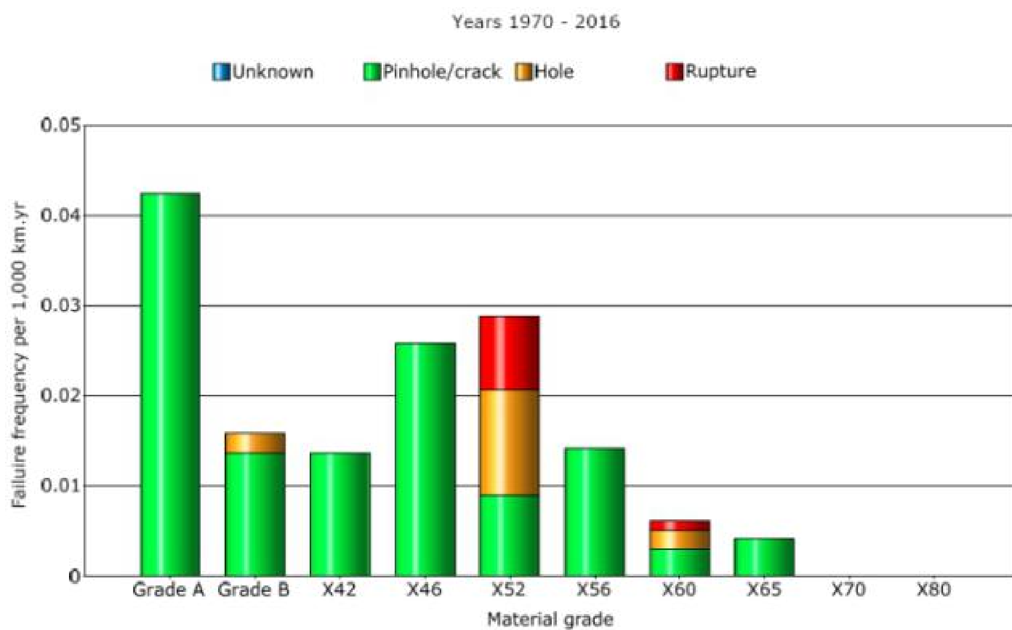


图 12.5-14　不同等级管材的管道
因材料缺陷导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2016)

④　热损伤

图 12.5-15 对各种管径管道因热损伤造成的事故率进行了统计，并对

出各种类型泄漏孔径的事故率也进行了区分。总的来说，热损伤事故率随管径增大而降低，并且对于各种泄漏孔径的事故率而言均是如此。

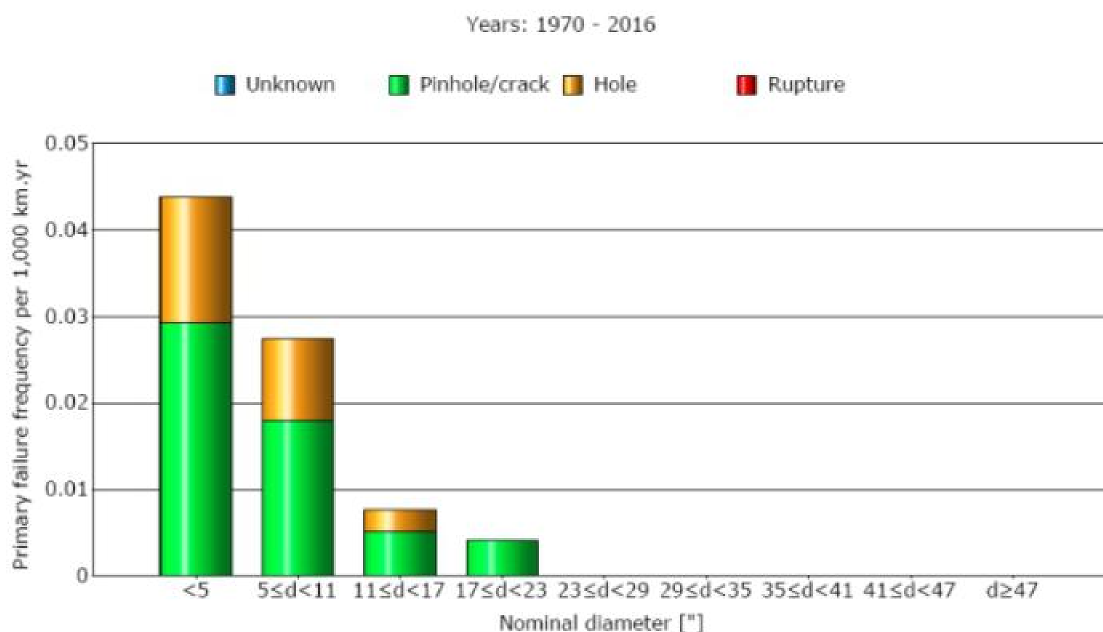


图 12.5-15　不同管径的管道因热损伤导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2016)

⑤　地基位移

地基位移在近十年的管道事故原因中，大概占比 15%。

1970 年～2016 年期间，各种管径管道因地基位移导致的各种类型泄漏孔径事故率统计见图 12.5-16。统计表明，1970～2016 年期间，由地基位移导致的事故率随管径增大而降低。47 英寸以上管径的管道只发生过一次地基位移事故。

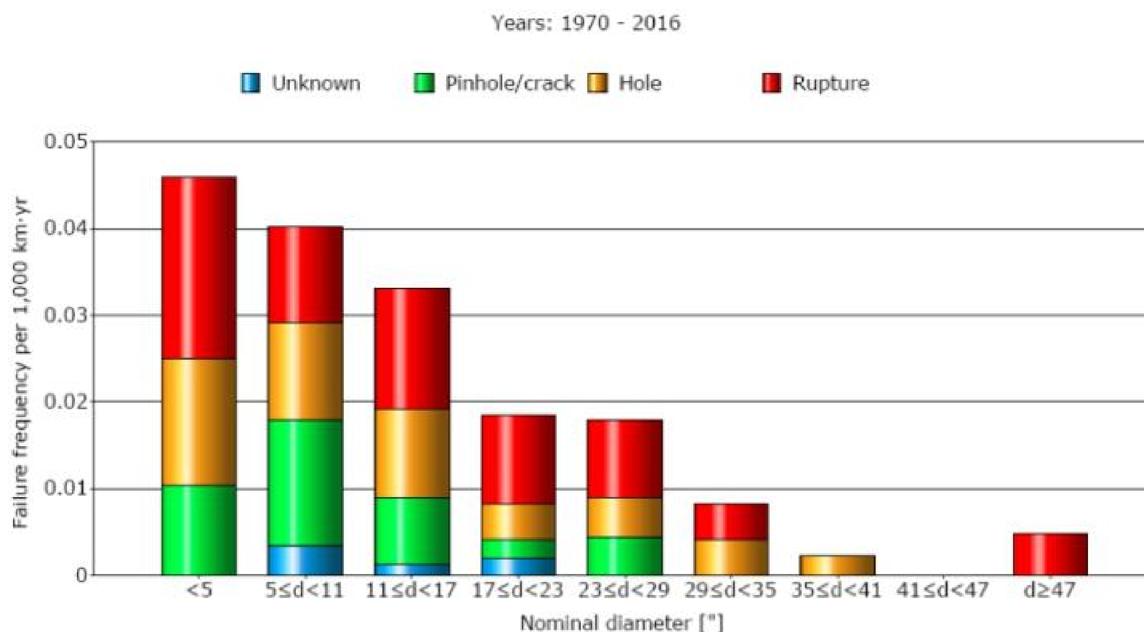


图 12.5-16　不同管径管道因地基位移导致的各类泄漏孔径事故率统计(1970～2016)

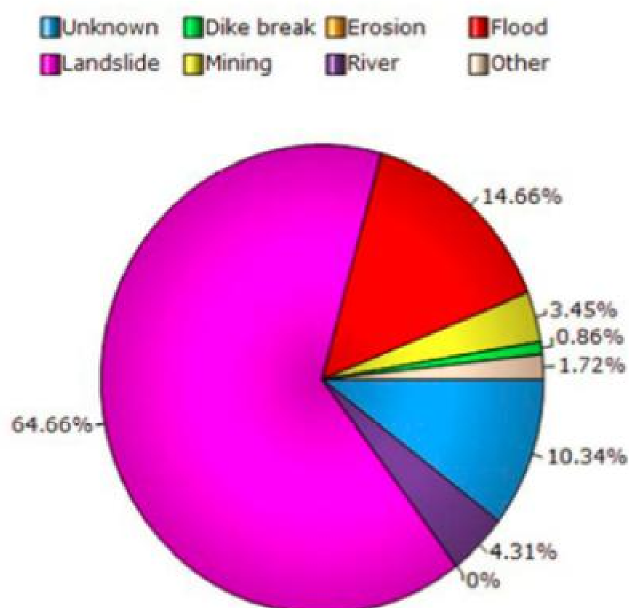


图 12.5-17　导致地基位移事故的具体原因统计(1970～2016)

地基位移事故产生的原因很多，图 12.5-17 对地基位移事故具体原因进行了统计。统计表明，滑坡是导致地基位移最主要的原因，占比在 60%以上。

⑥　其他未知原因

在 EGIG 统计目录中，被划入“其他未知原因”的事故中，29.3%的事故原

因是雷击。1970～2016 年期间，EGIG 数据库中记录有 29 起跟雷击有关的事故，事故率相当于 0.0066/1000km·a。EGIG 对雷击事故导致的泄漏孔径进行调查，发现 29 起雷击事故中，其中 27 起为针孔泄漏，另外 2 起为穿孔泄漏。

迄今为止，还没有由地震导致的事故记录。

2) 美国

OPS(Office of Pipeline Safety)是美国联邦政府指定的输油和输气管道管理部门，管道事故资料较详实。

表 12.5-7 所列为 1991～2017 年美国陆上输气管道事故统计。

表 12.5-7 美国输气管道事故统计

年份	长度		事故数次	伤亡数，人		财产损失(美元)	事故危害伤亡/(次·km·a)
	英里	km		死亡	受伤		
1991	285295	459040	59	0	11	$11,054,638	4.06×10-7
1992	283071	455461	50	3	14	$10,020,965	7.46×10-7
1993	285043	458634	81	1	16	$17,582,268	4.58×10-7
1994	293438	472142	52	0	15	$41,386,306	11.6×10-7
1995	288846	464753	41	0	7	$6,818,250	3.67×10-7
1996	277861	447078	62	1	5	$10,947,086	2.16×10-7
1997	287745	462982	58	1	5	$10,056,885	2.23×10-7
1998	295601	475622	72	1	11	$34,165,324	3.50×10-7
1999	290042	466678	41	2	8	$14,726,834	5.23×10-7
2000	293716	472589	65	15	16	$15,206,371	1.01×10-6
2001	284453	457685	67	2	5	$12,095,165	2.28×10-7
2002	296794	477542	57	1	4	$15,879,093	1.84×10-7
2003	295403	475303	81	1	8	$45,456,172	2.34×10-7
2004	296945	477785	83	0	2	$10,697,343	5.04×10-8
2005	294800	474333	106	0	5	$190,703,949	9.94×10-8
2006	293706	472573	108	3	3	$31,383,314	1.18×10-7
2007	294939	474557	86	2	7	$43,176,634	2.21×10-7
2008	297267	478303	93	0	5	$111,977,088	1.12×10-7
2009	298964	481033	92	0	11	$43,988,350	2.49×10-7
2010	299356	481664	84	10	61	$582,994,584	1.75×10-6
2011	299734	482272	105	0	1	$109,224,929	1.97×10-8

2012	298622	480483	89	0	7	$49,108,395	1.64×10-7
2013	298388	480106	96	0	2	$45,503,483	4.34×10-8
2014	297898	479318	120	1	1	$49,318,605	3.48×10-8
2015	297331	478406	132	6	16	$56,084,271	3.48×10-7
2016	297079	478000	86	3	3	$53,830,132	1.46×10-7
2017	297547	478753	97	3	3	$35,241,216	1.29×10-7
平均值	293329	471966	80.1	2.1	9.3	$61,430,653	3.35×10-7

从统计结果可以看出，在 1991 年～2017 年的 27 年里，美国输气管道共发生了 2163 次事故，年平均事故率约为 80.1 次，事故率平均为 1.70×10^{-4}次/(km•a)，事故伤亡率平均为 3.35×10^{-7}/(次·km·a)。

3)　前苏联

前苏联的石油天然气工业在 80 年代得到了迅猛发展，这一时期建设的输气管道包括著名的乌连戈依-中央输气管道系统，它把西伯利亚天然气输送到了西欧。前苏联输气管道在几十年的运营中，出现过各种类型的事故，表 12.5-8 列出的是 1981 年到 1990 年期间发生事故的统计结果。各种事故原因统计分析结果列于表 12.5-9。

表 12.5-8　1981 年～1990 年前苏联输气管道事故统计数据

年份	事故次数	事故原因								
		外部腐蚀	内部腐蚀	外部干扰	材料缺陷	焊接缺陷	施工缺陷	设备缺陷	违反操作规程	其他原因
1981	88	36	3	15	14	7	11	1	/	1
1982	55	22	3	9	6	5	5	1	/	4
1983	76	39	4	8	10	3	7	/	1	4
1984	87	28	12	9	9	13	9	/	3	4
1985	96	34	5	14	16	13	7	3	2	2
1986	82	21	10	16	10	8	10	2	2	3
1987	93	22	9	26	7	12	6	2	4	5
1988	54	17	4	7	9	4	4	2	3	4
1989	67	11	2	17	10	10	4	5	3	5
1990	54	18	/	6	9	6	2	1	4	8

表 12.5-9　1981 年～1990 年前苏联输气管道事故原因分析

事故原因		事故次数	占总事故的比例(%)
腐蚀	外部腐蚀	300	33.0
	内部腐蚀	0	11.9
第三方破坏		0	111.9
材料缺陷		0	13.3
焊接缺陷		0	10.8
施工和设备缺陷	施工缺陷	82	8.6
	设备缺陷	17	2.3
违反操作规程		17	2.9
其他原因		40	5.3
合计		752	100

在 1981 年～1990 年 10 年间，前苏联由于各种事故原因造成输气管道事故共 752 次，平均事故率为 0.46×10^{-3}次/(km•a)。从上两个表的统计结果可以看出，各种事故原因依其在事故总次数中所占的比例排序为：腐蚀 39.9%(其中外腐蚀 33.0%，内腐蚀 11.9%)，第三方破坏 111.9%，材料缺陷 13.3%，焊接缺陷 10.8%，施工缺陷 8.6%，违反操作规程、设备缺陷和其他原因所占比例较低，分别为 2.9%、2.3%和 5.3%。不同事故发生频率见图 12.5-18。

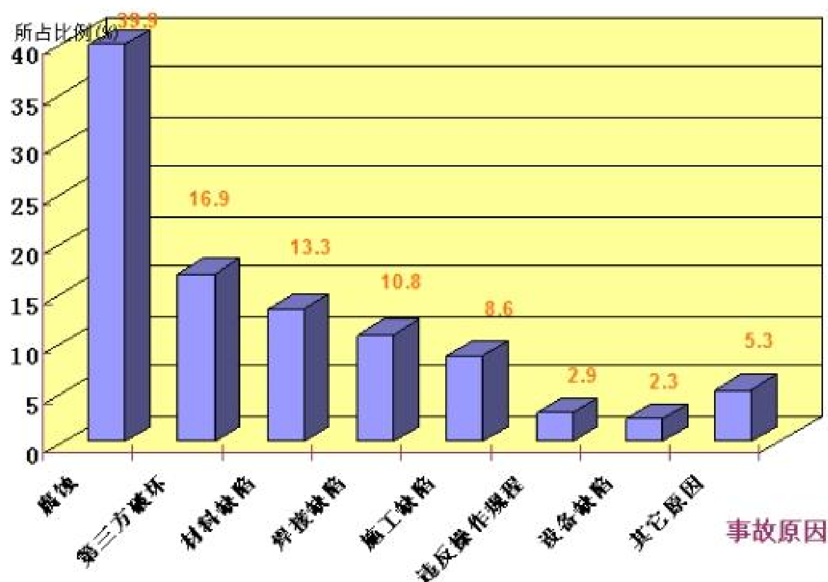


图 12.5-18　事故原因频率分布图

以下对表 12.5-18 和表 12.5-19 中所列事故发生次数和发生原因进行

分析和讨论。

(1) 腐蚀

腐蚀是造成输气管道穿孔、泄漏最常见也是最重要的因素。从表 12.5-8 和表 12.5-9 中数据可以看出，1981 年到 1990 年，前苏联因腐蚀造成的输气管道事故累计有 300 次，其中内部腐蚀导致的事故有 52 次，占 10 年间管道事故总数的 11.9%；外部腐蚀导致的事故 248 次，占事故总数的 33.0%，腐蚀在所有事故因素中所占比例最高，也是造成天然气管道事故的最主要原因。前苏联在输气管道的建设中，交通运输方便的敷设地段已基本上采用了制管厂预制的聚合物防腐绝缘覆盖层的钢管，但是由于管材绝缘层的粘附稳定性不够，在管道储存、运输或使用时，绝缘层有脱落现象，同时，防腐施工、补口条件不稳定，施工不规范及阴极保护的效果欠佳，都影响到了管道整体的防腐效果。

从以上两个表还可以看出，虽然内、外腐蚀导致的事故次数较高，但还是呈逐年下降趋势。这是因为以下几个方面的原因：首先各个部门对腐蚀问题给予了高度重视，相应地提高了防腐材料等级和施工建设标准；二是随着天然气需求量的增长，不断加大管道直径，管道壁厚也随之增加，管材的抗腐蚀性能得到保证；三是有关部门采取了一些从根本上改进输气管道防腐现状的措施，如投资建设了新型的三层复合防腐层生产厂，使这种综合性能优良的防腐层得以大规模应用，同时为了保证外防腐层的涂敷质量，外防腐涂层与制管实现了一体化，外防腐层在管道出厂时已按要求涂敷完成，这样就提高了防腐等级和防腐层质量。管道的现场补口采用能进行冷、热涂敷的绝缘带，该绝缘带的保护寿命很长，提高了现场补口质量。此外，从 1991 年起，前苏联开始启用更高质量的阴极保护系统，对管道进行全面、可靠、安全的保护。采取以上这些措施后，管道腐蚀得到了一定程度的扼制，腐蚀因素导致的事故次数逐年下降。

(2) 第三方破坏

第三方破坏主要指外来原因或第三方责任而引起的管道事故。从上两个表的结果看出，80 年代的 10 年间，前苏联因第三方破坏或影响而导致的管道事故有 127 次，占事故总数的 111.9%，这类因素是仅次于腐蚀的第二大事故因子。其中 1987 年发生次数尤为严重，共有 26 次，其中一个主要

原因是当时输气管道上大量削减了巡线人员，削弱了监测和保护工作，当年仅机械损伤就发生了17次，超过了前一年一倍之多。因此加强管道巡线和保护，是一个值得注意的问题。

同时我们也看到，1981年到1990年前苏联因腐蚀和第三方破坏造成的事故占到了事故总数的近50%，可见这两类事故的严重性。

（3） 管材缺陷

在80年代前苏联输气管道运行中，管材缺陷是导致事故的第三位原因，在这十年当中共发生了100次此类事故，占到了事故总次数的13.3%，平均每年发生10次，其中1985年共发生了16次材料缺陷导致的事故，是发生次数最多的一年。

管材本身质量差多是因为金属材质及制造工艺的缺陷引起，其中管材卷边、分层、制管焊缝缺陷、管段热处理工艺等均可影响到管材质量。上述的材料缺陷事故多发生在前苏联哈尔泽斯克制管厂等前苏联国内厂家制造的钢管上，只有少数几次是发生在国外进口的管材上，如1989年由于管道质量差而导致10次事故，只有1次事故发生在进口的管材上。这说明当时前苏联的制管质量、水平和其他发达国家相比仍有一定的差距。事实上，80年代初期在修建乌连戈依-中央输气管道时，前苏联就向德国和日本进口了约200×10^4t直径为1420mm的钢管。

（4） 焊接缺陷

焊接是管道施工至关重要的环节，焊接质量直接影响到管道的整体质量。管道焊接缺陷主要表现在焊接边缘错位、未焊透与未熔合、夹渣、气孔和裂纹等，这些缺陷大多数由焊工责任心不强、工作不认真以及违反焊接工艺规程所造成的。上面两个表的统计结果显示：前苏联输气管道在80年代共发生了81次因焊接缺陷导致的事故，占事故总比例的10.8%，焊接缺陷造成的事故次数排在腐蚀、外部干扰、材料缺陷之后，位居第四。例如1989年对铺设通往波尔达夫卡压气站的管道进行试压时，所焊接的3770个焊口就有40个破裂，出现了不能允许的焊接边缘错位、焊缝未熔合、管壁内部有毛边等缺陷，给管道的安全运行留下了隐患。

应该看到的是，前苏联的焊接技术随着管道建设规模的不断扩大，其水平在世界上遥遥领先，其中开发最为成功的就是无需焊条进行熔化焊接

的电阻焊技术，并且在 1983 年修建乌连戈依-中央输气管道建设中已得到了使用。在这条管道的建设中，自动焊接完成了大约 50%的焊接工作，其缺陷率是手工焊接的 52%，检测证明凡是焊接缺陷率高的地方都是与手工焊接有关，特别是用手工焊接的特殊部位，如焊接阀件、管件及补焊的位置，而这些位置是无法用自动焊接完成的。这充分说明提高手工焊接的质量仍是非常重要的。

(5)　施工缺陷和设备缺陷

天然气输气管道是输送易燃、易爆气体的动力管道，它的施工和安装质量直接关系着管道的安全性和可靠性、使用期限和生产管理、维修工作量大小等重要问题。在实际施工过程中，常因施工和设备缺陷造成管道碰伤及擦伤，进而引发事故。表 12.1-9 和表 12.1-10 结果已经显示出，在所统计的年份内，前苏联输气管道因施工缺陷和设备缺陷引发了 82 次事故，占到全部事故总数的 10.9%，其中 1987 年以后这两类事故的总数比前几年有所下降，说明施工质量问题已经得到了有关部门的重视，并采取了一些行之有效的方法。这其中就包括线路的施工组织由分工明细的专业化作业改为施工流水作业线，按照施工过程的各个环节，把各专业联合起来进行统一管理，如清理和平整线路，管道运输和排管，管道组装焊接，涂敷绝缘与补口，河流、公路、铁路穿跨越，配管及弯管作业等过程也纳入流水作业线内，强化了管理，提高了施工质量。这一经验值得拟建工程借鉴。

(6)　违反操作规程

违反操作规程的情况有很多种，如在施工阶段不按设计或规范要求施工，管道埋深达不到设计要求；在穿越河流或沼泽地施工时，配重块没有按设计要求的数量装配，使管道的稳定性得不到保证；管道下沟时，管沟中有石块、稀泥或积水，防腐层受到破坏；冬季施工时管沟回填土中混杂着冰雪，结果使输气管道投产时就发生上浮，管体内产生的附加应力形成事故隐患等等。同样从上述两个表中可以看出，1981 年～1990 年间，前苏联输气管道因为违反操作规程而导致的事故有 22 次，占整个管道事故总数的 2.3%，并且在 1987 年以后的各年间此类事故的发生频率仍没有降低，说明违章作业时有发生，仍没有得到完全控制。

分析违章作业得以发生的原因，主要是因为班组长、队长、工地主任

在现场对每道工序进行质量检查的水平低；其次是青年工人及工程技术人员对质量问题缺乏责任感；还有安装单位施工进度不协调，造成不同工序间脱节；承包单位对所进行的施工进行技术监督的力度比较薄弱也是其中不可忽视的因素。

综上所述，在整个 80 年代，前苏联输气管道因各种原因导致的事故呈逐年下降趋势，事故次数减少的主要原因是占到事故总数约 40%的腐蚀事故逐年减少，特别是后五年(1986 年～1990 年)减少幅度较大，这期间总计发生的腐蚀事故是 114 次，而头五年(1981 年～1985 年)发生的腐蚀事故次数总共有 186 次，要比后五年多出 1/3 以上。腐蚀事故减少的原因，首先是因为设计、施工和运营各环节都更加注重防腐质量，提高了施工质量，减少了事故隐患。其次，随着前苏联国内和欧洲天然气需求量的增长，80 年代建设了数条直径在 1220mm～1420mm 的大口径跨国输气管道和国内输气管网。这些管道的管材钢级较高(X70)，管壁相应较大，加之管道运行年限不长，所以事故次数较少。

管道发生事故的频率除与管道所处环境、施工建设过程中的各项标准和规范是否得到切实贯彻和执行有关外，还与管道本身管径和壁厚等属性有一定的关系。表 12.5-10 列出了 1985 年到 1992 年间前苏联不同直径输气管道事故统计结果。

表 12.5-10　1985 年～1992 年前苏联不同直径输气管道事故次数统计

年份	事故次数	管径(mm)			
		1420	1220	1020	≤820
1985	103	5	25	29	44
1986	77	6	15	19	37
1987	95	5	10	27	53
1988	47	7	6	8	26
1989	69	5	7	21	36
1990	43	7	10	13	13
1991	42	4	14	15	9
1992	21	3	3	5	10
合计	497	1462	1310	1157	228
所占比例(%)		8.5	18.1	27.5	45.9

表中结果显示，事故发生次数最多的管道直径在 820mm 以下，8 年间共有 228 次，占总数的 45.9%；随着管径的逐步增加，事故发生次数依次减少，

管径为 1020mm、1220mm、1420mm 时，事故发生率分别为 27.5%、18.1%和 8.5%；1420mm 的管径，事故平均发生率约为 5%左右，明显低于其他管径的事故发生率，这也说明了建设大直径、壁厚相应增加的输气管道对管道的安全运行是有利的。

图 11.5-19 给出了这一时期天然气输气管道事故发生率随管径大小变化的对应情况。

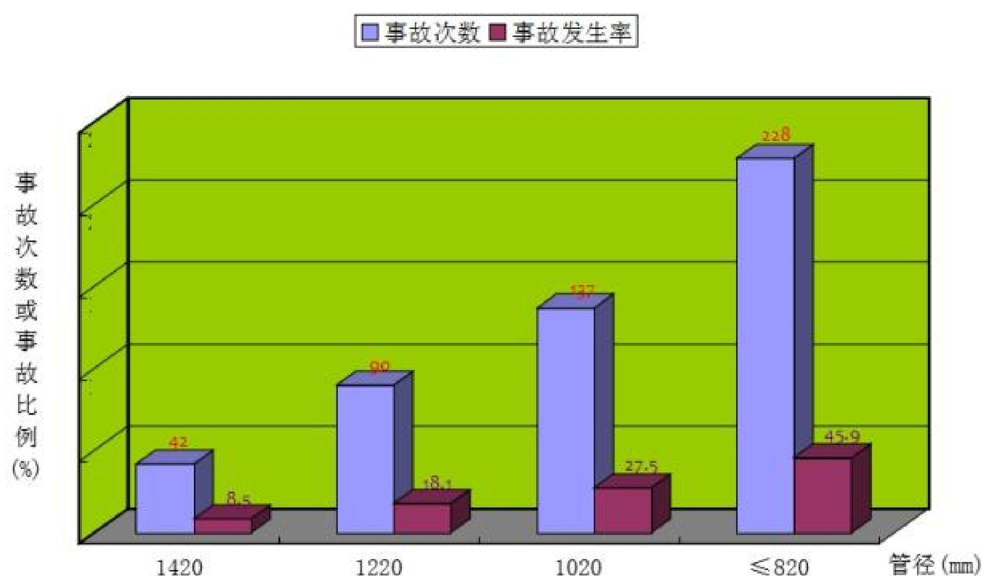


图 12.5-19　不同管径下事故次数与事故率关系图

4)　其它统计资料

(1)　泄漏孔径与点燃概率的统计

表 12.5-11 给出了世界范围内发生管道事故时，天然气泄漏后被点燃的统计数据。结果显示，三种泄漏类型中，以针孔泄漏类型被点燃的概率最小，其次是穿孔，破裂类型特别是管径大于 0.4m 的管道破裂后，天然气被点燃的概率明显增大。

表 12.5-11　天然气被点燃的概率

损坏类型	天然气被点燃的概率(×10^{-2})
针孔	1.6
穿孔	2.7
破裂(管径＜0.4m)	4.9
破裂(管径≥0.4m)	35.3

(2) 管道性能与不同泄漏类型的统计

事故频率与管道性能之间也有一定关系。表 12.5-12 和表 12.5-13 的数据显示不同壁厚、管径和管道埋深条件下事故频率的统计情况。

表 12.5-12 管道壁厚与不同泄漏类型的关系(事故频率 10^{-3}/km・a)

项目		针孔/裂纹	穿孔	破裂
管道壁厚(mm)	≤5	0.191	0.397	0.213
	5～10	0.029	0.176	0.044
	10～15	0.01	0.03	/
管道直径(mm)	≤100	0.229	0.371	0.32
	125～250	0.08	0.35	0.11
	300～400	0.07	0.15	0.05
	450～	0.01	0.02	0.02

表 12.5-13 不同埋深管道发生事故的比例

埋深(cm)	不详	0～80	80～100	＞100
事故率(10^{-3}次/km•a)	0.35	1.125	0.29	0.25

分析上面两个表的结果可以知道，事故发生的频率与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出针孔或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这是因为埋深增加可以减少管道遭受外力影响和破坏的可能性。

(3) 施工年代与发生事故的关系

通过调查不同年代施工的管线发生事故情况，了解其相应关系。表 12.5-14 是事故频率与不同施工年代的关系。由表可以看出，1954 年～1963 年期间建设的管道，由于施工缺陷和材料缺陷导致的事故具有较高的频率。由于采用经过改进的施工标准和严格的检测方法，最近几年这一类事故的频率有所下降。

表 12.5-14 事故频率与施工年代的关系(事故频率 10^{-3}/km・a)

施工年代	施工缺陷	材料缺陷
1954 年以前	0.11	0.02
1954 年～1963 年	0.18	0.06
1964 年～1973 年	0.05	0.04
1974 年～1983 年	0.04	0.03

5） 国外输气管道事故比较

（1） 事故率

由于不同的国家对事故率的统计标准有一定的差异，而且在同一个国家也并不是所有的事故都能得到准确和及时的上报。欧洲、美国、前苏联地区的管道事故率对比见表 12.5-15。

表 12.5-15 欧洲、美国、前苏联输气管道事故率对比

地区或国家	纠正的事故数(10^{-3}次/(km·a))
欧洲	0.31
美国	0.17
前苏联	0.46

（2） 事故原因

比较上述国家和地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷三大原因。

在欧洲和美国，外部影响是造成管道事故的首要原因；在欧洲较小直径管道受外部影响的程度一直高于大直径管道，这主要与管壁厚度与管道埋深有密切关系，随着大直径管道建设数量的增多，外部影响造成的管道事故在欧洲已有所下降；在美国，外部影响造成的管道事故占到全部事故的 50%以上。前苏联外部影响造成的事故占总数的 111.9%，排在腐蚀原因之后，是第二位事故原因。从以上结果可以看出，外部影响是造成世界输气管道事故的主要原因。

比较结果也同时显示，在每年的管道事故中，腐蚀造成的事故比例也比较大。前苏联 1981 年到 1990 年期间因腐蚀造成的事故有 300 次，占全部事故的 39.9%，居该国输气管道事故原因的首位；在欧洲，1970 年到 2016 年腐蚀事故率为 25%，排在外部影响之后，位居第二。加拿大的事故中，腐蚀是第一位的原因，所占比例有 45%，其中均匀腐蚀是 27%，应力腐蚀 18%。

材料失效和施工缺陷在美国和欧洲是事故原因的前几位的因素。在美国，材料缺陷或结构损坏引发的事故有 275 次，占全部事故的 24.2%；欧洲同类事故占总事故的 16%。在前苏联，因材料缺陷、焊接缺陷和施工缺陷导致的事故次数分别是 100 次(13.3%)、81 次(10.8%)和 82 次(10.9%)，合计

事故率为 35%，超过了外部影响的比率(111.9%)。由此可见，材料失效和施工缺陷对管道安全运行的危害是比较大的。

12.5.4.2　国内同类事故案例分析

1)　国内输气管道概况

我国天然气工业从 60 年代起步，天然气开发和输送主要集中在川渝地区。经过几十年的的建设和发展，盆地内相继建成了威成线、泸威线、卧渝线、合两线等输气管道以及渠县至成都的北半环输气干线，已形成了全川环形天然气管网，使川东、川南、川西南、川西北、川中矿区几十个气田连接起来，增加了供气的灵活性和可靠性。

进入 90 年代后，随着我国其它气田的勘探开发，在西部地区先后建成了几条有代表性的输气管道，如陕甘宁气田至北京(陕京线)、靖边至银川、靖边至西安的输气管道，鄯善到乌鲁木齐石化总厂的输气管道及正建的涩北-西宁-兰州输气管道。1995 年我国在海上建成了从崖 13-1 气田到香港的海底输气管道。据不完全统计，到 1997 年，我国已建成了近 1×10^4km 的输气管道。随着总长 4000km 的西气东输工程的建设，我国天然气管道建设已进入了一个高速发展时期。

2)　四川输气管道事故统计和原因分析

川渝地区经过四十余年的天然气勘探开发，目前已成为我国重要的天然气工业基地，从 60 年代开始相继建成了川渝地区南半环供气系统并与 1989 年建成的北半环供气系统相连接，形成了环形输气干线，盆地内至今已建成输气管道约有 5890km，承担着向川、渝、滇、黔三省一市的供气任务，是西南三省一市经济发展的命脉。

下表列出了 1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计结果。

表 12.5-16　1969 年～1990 年四川天然气管道事故统计

事故原因	事故次数	事故率(%)
腐蚀	67	43.22
其中：内腐蚀	(46)	(29.67)
外腐蚀	(21)	(13.55)
施工和材料缺陷	60	38.71
其中：施工质量	(41)	(211.45)
制管质量	(19)	(12.26)
不良环境影响	22	14.20

人为破坏及其它原因	6	3.87
合计	155	100

从表中可以看出，在 1969 年～1990 年的 21 年间，四川输气管道共发生 155 次事故，其中腐蚀引发的有 67 次，占事故总数的 43.22%，是导致事故的首要原因；施工和材料缺陷事故共有 60 次，占总数的 38.71%，仅次于腐蚀因素而列于事故原因的第二位;由不良环境影响而导致的事故有 22 次，占到事故总数的 14.20%，位居第三。从表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷及不良环境影响。这一统计结果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。

下表给出了川渝南北干线净化气管道事故类型的统计数据。纳入统计的天然气事故是指由于各种原因导致管道破损、造成天然气泄漏并影响正常输气的意外事件。统计的输气管道为川渝南北干线净化气输送管道及其支线。其管径为 325mm～720mm，壁厚 6mm～12mm，运行压力 0.5MPa～11.4MPa，管道总长 1621km。

表 12.5-17　川渝南北干线净化气输送管道事故统计(1971 年～1998 年)

事故原因	事故次数				
	71-80(年)	81-90(年)	91-98(年)	合计	百分比(%)
局部腐蚀	12	37	16	65	44.8
管材及施工缺陷	32	19	12	63	43.5
外部影响	1	2	7	10	11.9
不良环境影响	1	3	1	5	3.4
其它	0	2	0	2	1.4
合计	46	63	36	145	100

由上表统计结果显示，在 1971 年～1998 年间，川渝南北干线净化气输送管道中,因腐蚀引起的管道事故均居各类事故之首,共发生了 65 起，占全部事故的 44.8%；其次是材料失效及施工缺陷，次数与腐蚀事故相当，这两项占输气管道事故的 80%左右；由外部影响和不良环境影响而导致的事故各有 10 次和 5 次，分占事故总数的 11.9%和 3.4%，位居第三、四位。

从上两个表中统计结果可以看出，在统计期间造成输气管道事故的主要原因分别是腐蚀、施工和材料缺陷、外力及不良环境影响。这一统计结

果与国外统计结果有相类似的地方，同样表明腐蚀及施工和材料缺陷是影响管道安全运行的主要因素。外力影响虽然比例不高，但有逐年上升的趋势，特别是第三者破坏即人为盗气造成的管道损伤。进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受或少受人为破坏就显得非常重要。

3) 国内 90 年代输气管道事故分析

进入 90 年代，随着陕甘宁气田的勘探开发，我国在西部地区建设了以陕京线、靖西线和靖银线为代表的标志着我国 90 年代输气管道建设技术水平的三条管道。其中 1997 年建成的陕京线是目前国内陆上长度、规模、投资最大的天然气长输管道工程。以上三条管道从 1997 年投产以来，共发生了 2 次事故，均由洪水引发并发生在地质灾害比较多的黄土高原地区，统计结果见下表。

表 12.5-18 90 年代我国主要输气干线事故率*

管道名称	管道长度(km)	运行年限(a)	出现事故次数	出现事故时间	事故率(10^{-3}次/km·a)
陕京线	853	2.417	1	1998.8	0.485
靖西线	488.5	3.5	1	1999.9	0.585
靖银线	320	3.083	0	/	0.0
合计	4758(km·a)		2	/	0.42

*：表中运行年限统计到2000年11月

4) 第三者破坏对管道安全运行的危害

第三方破坏是指人为偷油盗气造成的管道损伤以及管道沿线修筑道路、建筑施工、农民耕地等活动引起的管道损伤。值得注意的是，进入 90 年代以后，随着我国经济飞速发展，地方保护主义及社会环境的变化造成管道侵权事件频频发生，在管道上人为打孔盗油盗气的情况急剧上升，严重危害管道安全，并造成巨大的财产损失，已引起了人们的高度重视。

(1) 中油股份管道第三方破坏数据统计与分析下表是中国石油天然气股份有限公司质量安全环保部提供的有关管道第三方破坏(主要指打孔盗油)的情况统计。

表 12.5-19　近几年管道打孔盗油(气)情况统计

年份	打孔次数(次)	停输时间(h)	损失原油(t)	经济损失(万元)
1996	68	285	8436	3686
1997	178	467	18913	3910
1998	756	2154	21319	4504
1999	2458	8126	39322	8797
2000(1～9)	6266	19236	171916	36606
合计	9726	30268	259906	57503

从表中看出，第三方破坏相当严重，损伤次数呈逐年急速上升趋势。

(2)　中沧输气管道第三方破坏情况

中沧线自 1998 年发生第一次打孔盗气案件以来，截止到 2000 年 11 月，已发生了打孔盗气事件 14 次，参见下表。

表 12.5-20　中沧输气管道打孔盗气情况统计

序号	桩号(km+m)	地点	盗气点情况	盗气持续时间(a)
1	11+200	莘县古云乡	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
2	11+380	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
3	11+500	莘县古云乡黄庄	灯具厂作为燃料气	0.5
4	11+650	莘县古云乡同智营村	玻璃丝棉厂作为燃料气	0.5
5	11+660	莘县古云乡西池村	泡花碱厂作为燃料气	0.5
6	11+770	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
7	11+790	莘县古云乡王拐村	熔块厂作为燃料气	0.5
8	11+890	莘县古云乡曹庄村	珍珠岩厂作为燃料气	0.5
9	11+920	莘县古云乡曹庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
10	13+180	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	0.5
11	14+150	莘县古云乡义和诚公司	玻璃丝棉厂作为燃料气	1
12	14+200	莘县古云乡邢庄村	熔块厂作为燃料气	1
13	280+300	吴桥县北董村	装有阀门	未盗成
14	303	东光县	装有阀门	未盗成

(3)　中-输气管道第三方破坏情况

中-输气管道首起中原油田第二气体处理厂配气站北侧，途经濮阳市、安阳市所属 4 县、15 个乡、112 个自然村，至安阳市西郊东风乡置度村南第一配气站，管道全长 104.5km，投产至今共发生偷气事件 2 次。

(4)　中-输气管道第三方破坏情况

中-输气管道输送中原油田天然气至开封，管道全长 120km，1996 年至今共发生偷气事件 10 次。

(5)　近几年盗油、盗气案件的特点分析

① 由个人作案发展为团伙作案，并有明确分工，踏点、放哨、打孔、盗油、销赃一条龙，配有先进的交通和通讯工具，个别甚至配有枪支；

② 盗油分子活动范围明显扩大：从河南濮阳一带扩大到华北的邯郸、黄骅、大港、靖海，东北大庆和西北长庆油田、马惠宁线。作案分子有些具备专业知识，内外勾结，不易防范；

③ 有些地方打击不力、执法不严，对这些破坏和盗窃国家财产的犯罪分子只按一般偷盗案处理，有些犯罪分子已被反复抓获，拘留几天放出后，又继续作案；

④ 打孔盗油、盗气已严重影响到了管道的安全生产，造成了重大的经济损失。

面对第三者破坏愈演愈烈的情况，如何保证本项目不受人为破坏就显得非常重要。《中华人民共和国石油天然气管道保护法》已于 2010 年 6 月 25 日经十一届全国人大常委会第十五次会议表决通过，并于 2010 年 10 月 1 日起实行。这对保护石油天然气管道安全将起到积极作用，是打击和遏制第三者破坏的有效依据。管道部门更要加大力度进行管道保护法的宣传，强化“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的教育，并密切与地方有关部门共同协调保护管道，以法律来约束管道保护中的违规行为，做到有法可依，有法必依，严惩罪犯，确保管道安全运行。

5) 事故调查分析

各地区和国家输气管道事故原因在事故总数占前三位的基本上是外部干扰、材料时效和施工缺陷及腐蚀。管道事故的发生频率与直径、壁厚和埋深有关系。事故发生的频率是与管道的壁厚和直径大小有着直接的关系，较小的管径的管道，其事故发生频率高于较大管径管道的事故发生频率，因为管径小，管壁相应较薄，容易出真空或孔洞，所以薄壁管的事故率明显高于厚壁管；此外，管道埋深也与事故率有着密切的关系，随着管道埋深的增加，管道事故发生率明显下降，这事因为埋深增加可以减少管道受外力影响和破坏的可能性。

我国新疆的西部输气管道(陕京一线、靖西线、靖银线和西气东输工程)由于所采用的设备、材料已接近国际水平，加之防腐材料及手段、自动化水平的提高，设备故障、腐蚀和误操作等原因造成的事故比例将会降低。

但由于这些地区自然环境恶劣，灾害性地质较严重，自然灾害方面的事故将会继续发生。对自然灾害特别是地质灾害的防范要从设计、施工等诸方面倍加重视。

12.5.4.3　小结和建议

总结上述不同国家、地区输气管道的事故原因，发现尽管事故原因在不同国家所占比例不同，即引起事故的原因排序不同，但结果基本相同，即主要为外力影响、腐蚀、材料及施工缺陷等三大原因。以下针对不同原因提出相应的建议：

1)　外力影响：加强与管道沿线地方政府、企事业单位和居民的联系，对与管道相关的工程提前预控，按照《关于加强石油天然气管道保护的通知》(国经贸安全(1999)235 号)中“后建服从先建”的原则，消除管道保护带内的各种事故隐患；加强《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的宣传力度，树立“保护管道安全就是保护沿线群众自身安全”的思想，与管道沿线地方有关部门共同协调，防范和消除第三方破坏；成立统一的管道事故报警中心；建立有关管道管理制度，如巡线工巡线责任制等。发生重大隐患及时上报，及时依法进行交涉，力争得到公正、完善的解决，避免重大恶性事故发生。同时，在管道沿线增设管道事故报警警示牌，一旦发生情况，沿线群众能够及时给报警中心报警，避免事故扩大化。

2)　腐蚀：采用优良的防腐层(三层 PE)、改进阴极保护措施、加强管道的日常维护和外部环境监测等手段，是防止管道腐蚀的重要内容。设置硫化氢、露点及全组分分析的在线监测系统，以严格控制气体中的硫化氢和水含量，确保管道不发生或少发生内腐蚀事故；采用阴极保护加三层 PE 外防腐层的联合保护方法能确保管道不发生或少发生外腐蚀事故。

3)　材料及施工缺陷：我国早期建设的天然气输送管道，几乎全部采用螺旋焊钢管。此种钢管的焊缝具有应力集中的现象，因而焊缝缺陷引发的事故比直缝钢管概率高。螺旋焊缝钢管制管时，剪边及成形压力造成的刻伤，造成焊接时的焊接缺陷并引起应力集中，在含硫化氢的腐蚀性介质中形成局部阳极。在输气的低频脉动应力作用下，局部腐蚀逐渐扩展成裂纹，在较低的输气压力下即可产生爆管，沿焊缝将管道撕裂。因此，在材料选用方面，应避免选用螺旋焊钢管。近年来，天然气管线普遍采用 API X

系列等级的材质，制管时，采用直缝双面埋弧焊。在施工方面：与国际水平相比，我国原有的管口焊接质量水平较低，常见的缺陷有电弧烧穿、气孔、夹渣和未焊透等。也是引发事故的重要因素。近年来，陕京一线、西气东输一线等一大批新建油气管道工程的焊接质量有了很大的提高，采用了自动埋弧焊工艺，施工水平接近或达到国际先进国家的水平。管口焊接质量把关非常重要，必须严格按照施工工程质量管理要求施工，严格焊缝检验检测，确保工程质量，不留事故隐患。

4） 地质灾害：要根据有关地震资料和设计采用的设防烈度，防止地质不均匀沉降和地震对管道造成的破坏。

12.6 事故情形分析

12.6.1 最大可信事故筛选

12.6.1.1 事故类型确定

天然气管道事故危害后果分析见图 12.6-1。当输气管道及其场站发生事故导致天然气泄漏时，可能带来下列危害：泄漏天然气若立即着火即产生燃烧热辐射，在危险距离内的人会受到热辐射伤害，同时天然气燃烧产生的 CO 可能对周围环境空气造成污染；天然气未立即着火可形成爆炸气体云团，遇火就会发生延时爆炸，在危险距离以内，人会受到爆炸冲击波的伤害，建筑物会受到损坏。

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律法规规定，本工程建设单位已委托有资质的评价机构编制完成了安全预评价报告，有关火灾、爆炸事故后果定量评价在该报告中已有论述。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本次环境风险评价重点对天然气泄漏及火灾事故伴生的环境空气污染事故的后果进行预测和评价。

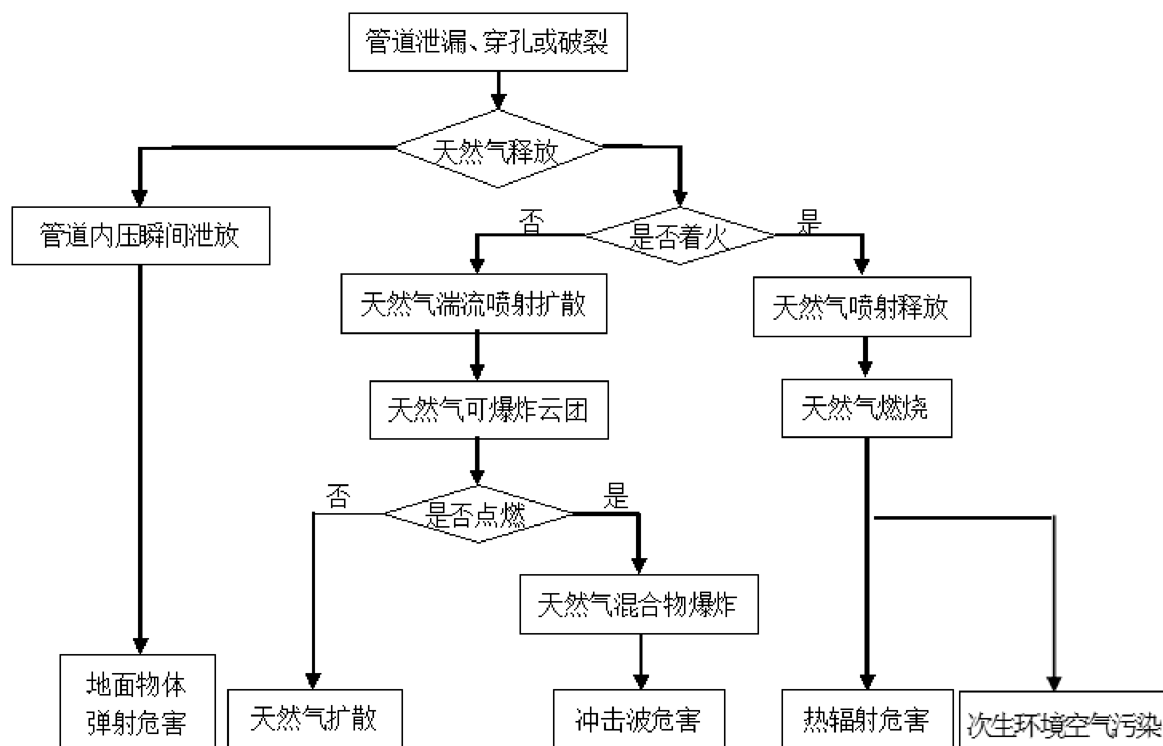


图 12.6-1　天然气管道事故危害后果分析示意图

12.6.1.2　评价管段筛选

表 12.2-1 中列出了本工程危险物质的分布及数量，由表中可以看出，本工程大盛站-14#阀室间危险物质存在量最大，从风险的角度考虑，危险物质在线量越大，发生事故后泄漏的天然气以及次生的 CO 的量也越多，因此本次评价选择该段管道为风险预测管段。

本工程筛选的评价管段如下表所示。

表 12.6-1　本工程评价管段

序号	管段名称	位置	长度/km	天然气存在量/t	管道两侧 200m 范围内人数/人	P 值	E 值	风险潜势
1	大盛站-14#阀室	重庆市	24.1	1996.80	102	P2	E2	III

12.6.2　最大可信事故概率

1)　本工程管道事故率总体水平

根据国内外同类管道工程事故率调查统计，国内外管道事故概率详见表 12.5-4。近年来，随着国内管道建设和技术发展，我国管道建设水平已与国际水平接近。类比欧洲管道，拟建工程管道事故率为 0.14×10^{-3} 次

/(km•a)。

2) 最大可信事故概率

通过 12.5.4 节中对事故原因的统计分析可知，管道发生泄漏的原因是第三方破坏导致的情况较多。由表 12.5-11 可知，外部干扰对管道的破坏多表现为破裂，其次为穿孔泄漏，另外管道管径越大发生 100%完全断裂的几率越低。

12.6.3 源项分析

12.6.3.1 管道天然气泄漏事故源项分析

本评价利用 EIA Pro 2018 商业软件进行环境风险源强估算，如本评价 12.4 章节中所述，本工程评价等级为二级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，因此确定预测气象条件为最不利气象条件，即为 1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%，管道断裂按照 100%断裂事故考虑，结合管道运输条件，本工程源强为气体泄漏速率为 3.1033×10^4kg/s。管道泄漏参数如下表所示。

表 12.6-3 管道泄漏事故参数一览表

环境参数			管道参数			泄漏参数	
环境温度	环境风速	相对湿度	管径	压力	气体温度	裂口直径	裂口面积
25℃	1.5m/s	50%	1219mm	10MPa	20℃	1219mm	1.1664794m^2

12.6.3.2 火灾爆炸次生大气环境污染源项分析

当管道发生 100%口径的完全破裂事故时，高压天然气将从破裂口高速喷射和膨胀。天然气的爆炸危险性很大，其爆炸极限范围为 5～15(%V/V)。当泄漏天然气与空气组成混合气体，其浓度处于该范围内时，遇火即发生爆炸，本次环境风险评价不对延迟爆炸事故影响后果进行预测。只有当天然气泄放到一定程度，遇火源才能稳定燃烧。本次评价将针对泄漏出的天然气全部燃烧的事故情景分析天然气燃烧产生的废气污染物的次生环境影响。根据长输油气管道火灾爆炸事故泄漏天然气量与产生 CO 量之比的一般情况，根据本工程天然气泄漏的源强，计算得到本工程管道发生火灾爆炸后，产生 CO 的源强为 9.9341kg/s。

12.7　风险预测与评价

12.7.1　天然气泄漏事故后果大气环境风险预测与评价

12.7.1.1　预测模式

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 G，本工程天然气管道发生泄漏后，扩散气体理查德森书 R_i=0.1580，即 R_i<1/6，为轻质气体，因此本评价选择 AFTOX 模型进行预测，AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟，适用于本评价需求。

12.7.1.2　气象条件

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本工程大气环境风险评价等级为二级，需选取最不利气象条件进行后果预测，即风速为 1.5m/s，温度为 25℃，大气稳定度为 F，相对湿度为 50%。

12.7.1.3　预测源强参数

预测源强参数见表 12.7-1。

表 11.7-1　预测源强参数

分子量	标准气压下沸点	临界温度	临界压力	蒸气压常数
16.04	111.66K	190.55K	45.3atm	0.526atm
液体密度常数	分子有效直径	蒸汽定压比热容	沸点时液体气化热	液体比热容
0.42g/cm^3	4.14A	2240J/kg K	509880J/kg	3349J/kg K
液体密度	饱和压力常数	比热容比	直径	泄漏口截面积
424.1kg/m^3	597.84，-7.16	1.305	1219mm	1.1664794m^2

12.7.1.4　预测参数

本工程自动控制系统采用 SCADA 系统，根据该系统工作原理，一旦管道发生破裂事故，系统中自动监测爆管压降速率的压力变送器会产生报警，并在 120s 内无需干预命令下达即可自动触发阀室阀门关闭命令,线路截断阀在接到关闭命令后，立即实施阀门关闭，尽管由于阀门设备选型的不同，阀门关闭时间会有所差异，但即便按照最长关闭时间考虑，线路截断阀在收到关闭指令后，也可在 30s 内将阀门完全关闭，即在发生泄漏后到线路截断阀关闭，即便按照保守估计，时长也在 2.5min 内。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)中关于油气长输管线泄漏事故泄漏时间的估算要求，泄漏时间应该考虑发生泄漏事故后，

关闭截断阀所需时间和管道泄压至与环境压力平衡所需时间，如前所述，从发生泄漏到线路截断阀关闭所需时间为2.5min，从线路截断阀关闭到与环境压力达到平衡所需时间，按照长输天然气管道泄漏环境风险评价的一般经验，此段时长约为15min左右，本评价按照保守估计，以20min计算，即泄漏时间总计为22.5min。

事故处地表粗糙度按低矮农作物(有个别大的障碍物)考虑，故地表粗糙度为10cm。

计算平面离地高度按一般成人的普通身高及1.6m考虑，在泄漏口下风向每隔10m、共计20km范围内进行污染浓度模拟计算。

12.7.1.5　预测评价标准

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录H，选择甲烷大气毒性终点浓度作为预测评价标准，甲烷大气毒性终点浓度1和大气毒性终点浓度2分别为260000mg/m^3、150000mg/m^3。

12.7.1.6　预测结果及评价

评价范围内预测结果如下表所示。

表12.7-2　泄漏事故后甲烷扩散过程中浓度预测结果一览表

序号	风速(m/s)	大气稳定度	下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m3)
1	1.5	F	1.00E+01	9.91E+01	0.00E+00
2	1.5	F	2.00E+01	9.92E+01	0.00E+00
3	1.5	F	3.00E+01	9.93E+01	0.00E+00
4	1.5	F	4.00E+01	9.94E+01	0.00E+00
5	1.5	F	5.00E+01	9.96E+01	0.00E+00
6	1.5	F	6.00E+01	9.97E+01	0.00E+00
7	1.5	F	7.00E+01	9.98E+01	0.00E+00
8	1.5	F	8.00E+01	9.99E+01	0.00E+00
9	1.5	F	9.00E+01	1.00E+02	0.00E+00
10	1.5	F	1.00E+02	1.00E+02	0.00E+00
11	1.5	F	1.10E+02	1.00E+02	0.00E+00
12	1.5	F	1.20E+02	1.00E+02	0.00E+00
13	1.5	F	1.30E+02	1.00E+02	0.00E+00
14	1.5	F	1.40E+02	1.01E+02	0.00E+00
15	1.5	F	1.50E+02	1.01E+02	0.00E+00
16	1.5	F	1.60E+02	1.01E+02	0.00E+00
17	1.5	F	1.70E+02	1.01E+02	0.00E+00
18	1.5	F	1.80E+02	1.01E+02	0.00E+00
19	1.5	F	1.90E+02	1.01E+02	0.00E+00
20	1.5	F	2.00E+02	2.22E+00	4.43E-43

评价范围内超过大气毒性终点浓度 2(150000mg/m^3)对应的半宽和高峰浓度如下表所示。

评价范围及预测范围内均未超过大气毒性终点浓度 2(150000mg/m^3)，在事故发生地下风向 5710m 处，甲烷落地浓度达到最大，最大值为 127370mg/m^3,到达时间为 73.44min。预测范围内不同距离处甲烷的轴线浓度如图 12.7-1 所示。

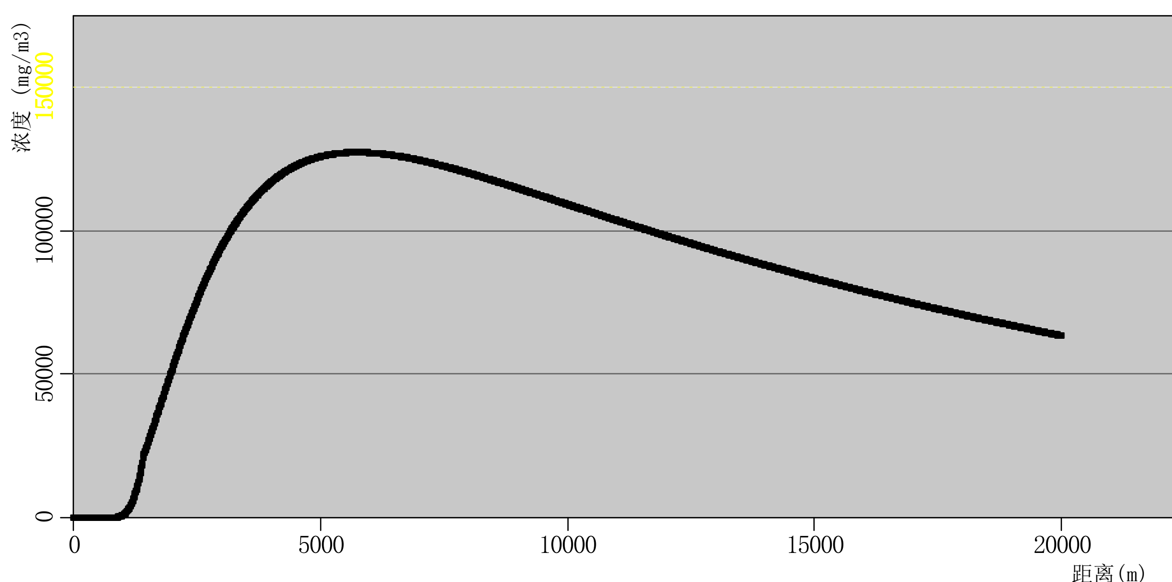


图 12.7-1　下风向不同距离处甲烷轴线浓度

12.7.2　火灾爆炸事故次生环境污染后果预测

12.7.2.1　预测模式

本工程管道发生泄漏后如发生火灾爆炸，主要伴生污染物为 CO，本评价将 CO 作为后果预测的预测因子。发生火灾爆炸后，次生的 CO 必然温度高于环境空气，由此可知，火灾爆炸次生的 CO 气体密度(即排放物质进入大气的初始密度)必然较环境空气密度轻，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 G 中对理查德森数 R_i 的定义，本工程发生火灾爆炸后 CO 的理查德森数必然小于 0，因此本评价不再对 CO 气体的理查德森数进行详细计算，直接推荐使用适用于轻质气体排放扩散模拟的 AFTOX 模型。

12.7.2.2 气象条件

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本工程大气环境风险评价等级为二级，需选取最不利气象条件进行后果预测，即风速为1.5m/s，温度为25℃，大气稳定度为F，相对湿度为50%。

12.7.2.3 预测源强

如本评价12.6.3.2章节中对于火灾爆炸次生大气环境污染源强的分析，本工程CO气体污染源强为9.9341kg/s。

12.7.2.4 预测参数

参考本评价12.7.1.4章节对预测参数的分析，对火灾爆炸次生CO气体污染后果的分析预测，泄漏时间选取22.5min。事故处地表粗糙度按低矮农作物(有个别大的障碍物)考虑，故地表粗糙度为10cm。计算平面离地高度按一般成人的普通身高及1.6m考虑,在泄漏口下风向每隔10m、共计10km范围内进行污染浓度模拟计算。

12.7.2.5 预测评价标准

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录H，选择甲烷大气毒性终点浓度作为预测评价标准，甲烷大气毒性终点浓度1和大气毒性终点浓度2分别为380mg/m^3、95mg/m^3。

12.7.2.6 预测结果及评价

评价范围内预测结果如下表所示。

表12.7-5 火灾爆炸事故后CO扩散过程中浓度预测结果一览表

序号	风速(m/s)	大气稳定度	下风向距离(m)	浓度出现时刻(min)	最大落地浓度(mg/m^3)
1	1.5	F	1.0000E+01	9.91E+01	0.00E+00
2	1.5	F	2.0000E+01	9.92E+01	0.00E+00
3	1.5	F	3.0000E+01	9.93E+01	0.00E+00
4	1.5	F	4.0000E+01	9.94E+01	0.00E+00
5	1.5	F	5.0000E+01	9.96E+01	0.00E+00
6	1.5	F	6.0000E+01	9.97E+01	0.00E+00
7	1.5	F	7.0000E+01	9.98E+01	0.00E+00
8	1.5	F	8.0000E+01	9.99E+01	0.00E+00
9	1.5	F	9.0000E+01	1.00E+02	0.00E+00
10	1.5	F	1.0000E+02	1.00E+02	0.00E+00
11	1.5	F	1.1000E+02	1.00E+02	0.00E+00
12	1.5	F	1.2000E+02	1.00E+02	0.00E+00
13	1.5	F	1.3000E+02	1.00E+02	0.00E+00

14	1.5	F	1.4000E+02	1.01E+02	0.00E+00
15	1.5	F	1.5000E+02	1.01E+02	0.00E+00
16	1.5	F	1.6000E+02	1.01E+02	0.00E+00
17	1.5	F	1.7000E+02	1.01E+02	0.00E+00
18	1.5	F	1.8000E+02	1.01E+02	0.00E+00
19	1.5	F	1.9000E+02	1.01E+02	0.00E+00
20	1.5	F	2.0000E+02	1.01E+02	0.00E+00

评价范围内均未超过大气毒性终点浓度 2(95mg/m^3)，在事故发生地下风向 5720m 处，一氧化碳落地浓度达到最大，最大值为 56.845mg/m^3,到达时间为 73.56min。预测范围内不同距离处一氧化碳的轴线浓度如图 12.7-2 所示。

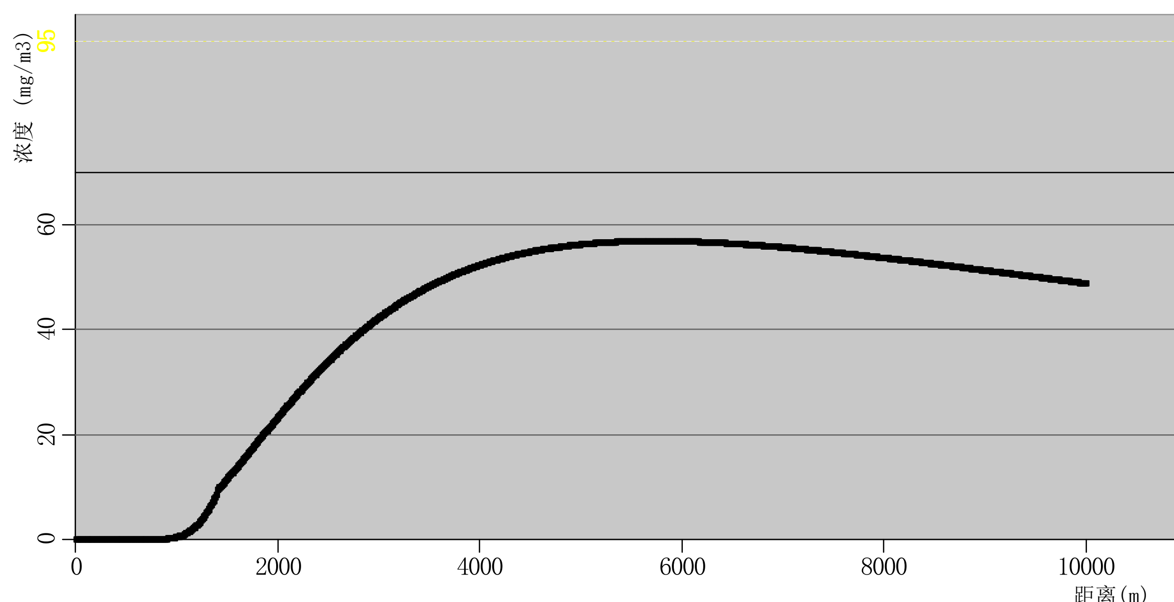


图 12.7-2　下风向不同距离处 CO 气体轴向浓度

12.8　风险防范措施

12.8.1　设计拟采取的风险事故防范措施

12.8.1.1　管道路由优化

1)　选择线路走向时，充分考虑沿线所经过城镇的总体规划，避开居民区和城镇繁华区、城镇规划区、工矿区和自然保护区，充分考虑当地政府部门的合理意见和建议，合理用地。尽量避开居民区以及不良地质地段、复杂地质地段、地震活动断裂带和灾害地质段。如无法完全避让，也应尽量减少上述地段的通过长度，确保管道长期安全运行。

2） 管道经过活动断裂带时，委托有关部门对地震波对埋地管道的影响进行分析。根据计算确定是否要进行抗震设计。对管道穿越活动断裂带时采取必要的防护措施。

3） 尽量减少与河流、高速公路、铁路等大型建构筑物的交叉。线路尽量避开机场控制区、军事区、车站及其他人口密集场所，避开重点文物保护区。

4） 根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的要求，输气管道通过的地区，应按沿线居民户数和建筑物的密集程度，划分为四个地区等级，并依据地区等级作出相应的管道、阀室间距设计。

5） 对管道沿线人口密集、房屋距管道较近等敏感地区，提高设计系数，增加管道壁厚，以增强管道抵抗外部可能造成破坏的能力。

12.8.1.2 总图布置安全防护措施

1） 本工程各工艺站场建构筑物间距满足安全防火距离，符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2015)要求。

2） 管道与地面建构筑物的最小间距符合《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183-2015)、《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)等规范要求。

3） 站场内利用道路和围墙进行功能分区，将生产区和生产管理区分开，以减少生产区和生产管理区的相互干扰，降低危险隐患。

12.8.1.3 工艺设计和设备选择

1） 设计选用质量可靠的管材和关键工艺设备，保证管道的运行安全。

本工程干线用钢管管径为φ1219mm，钢管管材采用L555M(X80M)钢级钢材。干线管道管壁最薄处为15.3mm，局部加厚至33mm。

2） 管道穿越不同特殊地段，设计采用不同的敷设方式，保证管道安全。如管道穿越铁路、公路，采用加套管保护和提高管道设计系数等方法。

12.8.1.4 防腐设计

1） 输气管道外防腐

本工程管道外防腐层采用三层PE外防腐层，管道干线全部采取内涂层。

2） 阴极保护

目前国内外对于管线的保护除采用防腐层措施外，普遍的做法是对管

道施加阴极保护，阴极保护能对防腐层缺陷部位进行保护，保证管道的安全运行。

12.8.1.5　自动控制设计安全防护措施

本工程的自控水平采用以工业控制计算机为核心的监控与数据采集系统，即 SCADA 系统。由北京油气调控中心设置在北京的调控中心作为主调度控制中心，廊坊调度控制中心作为备用调度控制中心，负责该段管道的集中监控、优化运行和统一调度管理。

12.8.1.6　管道标志桩(测试桩)、警示牌及特殊安全保护设施

为便于管理，管道标识应按照《油气管道地面标识设置规范》(Q/SY 1357-2010)要求设置，特殊地点在满足可视性需求的前提下，可适当纵向调整位置。管道地面标识制作参照《油气管道线路标识通用图集》(CDP-M-OGP-PL-008-2013-2)。

12.8.2　施工阶段的事故防范措施

1)　严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品；

2)　施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量；

3)　制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录；

4)　建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段；

5)　进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷；

6)　选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

12.8.3　运行阶段的事故防范措施

1)　严格控制输送天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀；

2)　定期进行管道壁厚的测量，对严重减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故的发生；

3)　每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

4)　在公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

5)　加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看

地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

6） 在运行期，建设单位应加强与当地相关规划管理的沟通，协助规划部门做好管道、场站周边的规划。按《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的要求，在管道线路中心线两侧各五米地域范围内，禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；禁止取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工；禁止挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。在穿越河流的管道线路中心线两侧各五百米地域范围内，禁止抛锚、拖锚、挖砂、挖泥、采石、水下爆破。但是，在保障管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而进行的养护疏浚作业除外。在管道专用隧道中心线两侧各一千米地域范围内，禁止采石、采矿、爆破。因修建铁路、公路、水利工程等公共工程，确需实施采石、爆破作业的，应当经管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门批准，并采取必要的安全防护措施，方可实施。

进行下列施工作业，施工单位应当向管道所在地县级人民政府主管管道保护工作的部门提出申请：

（1） 穿跨越管道的施工作业；

（2） 在管道线路中心线两侧各五米至五十米和管道附属设施周边一百米地域范围内，新建、改建、扩建铁路、公路、河渠，架设电力线路，埋设地下电缆、光缆，设置安全接地体、避雷接地体；

（3） 在管道线路中心线两侧各200米和管道附属设施周边500米地域范围内，进行爆破、地震法勘探或者工程挖掘、工程钻探、采矿。

12.9 应急预案要求

应急预案是在贯彻预防为主的前提下，对建设项目可能出现的事故，为及时控制危害源，抢救受害人员，指导组织居民撤离，消除危害后果而组织的救援活动的预想方案。它需要建设单位和社会救援相结合。

12.9.1 已有应急预案体系

本工程各管理机构根据国家相关法律法规的要求及国家石油天然气管网集团公司发布的相关规定，制定了《突发环境事件专项应急预案》。该

专项预案针对公司可能存在的各类突发事件，规定了应采取的应急措施。同时还针对管道存在的环境风险，结合国外环境应急处置技术，编写了《现场环境处置预案》等。本评价要求，本工程的突发环境事件应急管理应纳入各管理机构现有应急管理体系。

12.9.2　本项目应急预案总体框架

本次环评根据环境风险评价的结果和项目特点，提出应急预案总体框架，具体见图 12.9-1。事故应急预案主要内容及要求见表 12.9-1。应急预案框架作为相关部门制定应急预案时的参考，建设单位应根据政府主管部门和行业主管部门要求参考本报告应急预案框架制定本工程环境风险应急预案。

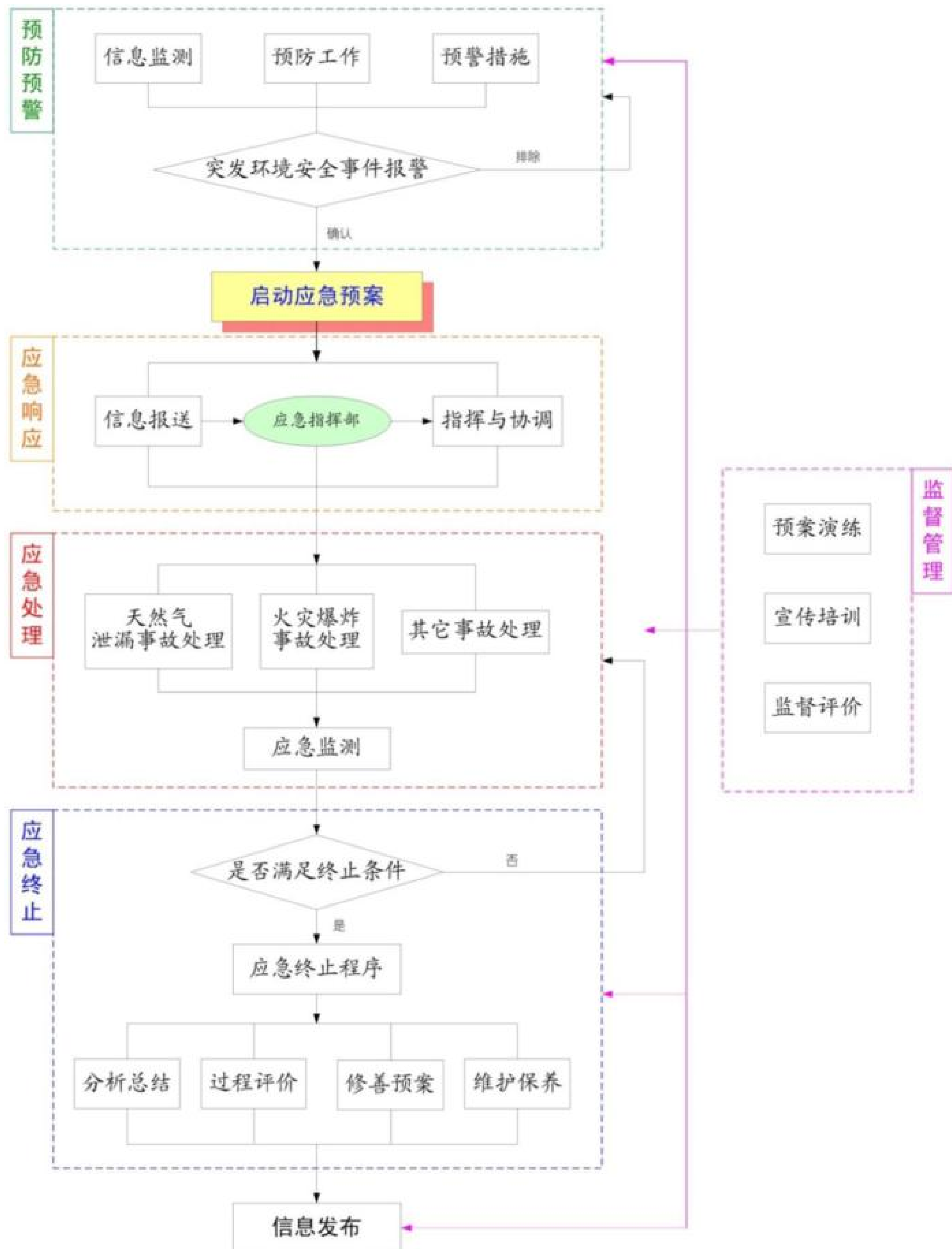


图 12.9-2　应急预案总体框架

表 12.9-1　事故应急预案主要内容及要求

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急组织及职责	1)应急组织机构必须能够识别本辖区及下属单位可能发生的事故险情，并有对事故做出正确处理的能力； 2)全面负责站场的安全生产运行，负责制定应急抢险的原则以及编制各类可能发生的工程事故的应急计划，对装置的紧急停工及事故处理做出预案。
3	应急教育与应急演习	1)应急组织机构应做好对各岗位人员的培训，以加强日常应急处理能力的培养和提高； 2)向本站场的职工大力宣传有关生产安全操作规程和人身安全防范知识，减少无意识和有意识的违章操作。对职工进行应急教育，特别是工艺站场的操作人员，向他们提供有关物料的化学性质及其必要的资料。 3)对应急计划中有关的每一个人的职责要有明确分工，对每一项具体的应急计划都要进行定期演练，做到有条不紊，各负其责，确保发生事故时能立即赶赴现场，进行有效的处理和防护工作。 4)与消防队进行定期的信息交流，建立正常的执勤制度，并定期开展消防演习。
4	应急设施、设备与器材	配备必要的抢修、抢险及现场保护、清理的物资和设备，特别是在发生火灾、爆炸危险性较高的敏感区域附近，应急设备不但要事先提供、早作准备，而且应定期检查，使其一直保持能够良好使用的状态。
5	应急通讯联络	配备畅通的通讯设备和通讯网络，如手机、对讲机、事故广播、卫星电话等，一旦发生事故，就要采取紧急关停、泄压等控制事故和减轻事故影响所必须采取的行动，同时与有关抢险、救护、消防、公安等部门联系，迅速取得援助，并在最短时间内赶到事故现场抢修和处理，以使事故的影响程度降到最低。
6	应急抢险	1)谁来报警、如何报警； 2)谁来组织抢险、控制事故； 3)事故抢险和控制方法的要求以及应急器材的使用、分配等； 4)除自己必备的救护设备外，还应考虑到一旦发生重大伤亡事故情况下所需要的医疗救护，应事前和有关医院、交通等部门约定事故情况下的救援措施； 5)要有专门的人员来组织现场人员撤离，并有保护事故现场、周围可能受影响的职工、居民及周围的设备、邻近的建筑物的措施。
7	应急监测	1)发生天然气泄漏事故时，应急监测的主要内容是对周围大气环境监测和站场空气中有毒有害物质浓度的监测； 2)发生有毒有害物质泄漏事故后，应委托当地劳动卫生部门进行现场监测，并写出事故影响报告，以确定事故影响的范围、程度，为制定应急策略提供依据。
8	应急安全与保卫	应制定事故情况下安全、保卫措施，必要情况下请当地公安部门配合，防止不法分子趁火打劫。
9	事故后果评价及应急报告	对事故后果进行评价，确定事故影响范围、危险程度，并写出事故后果评价报告及事故的应急报告，为以后的应急计划提供准确有用的资料。
10	应急状态终止与恢复措施	规定应急状态终止程序 事故现场善后处理、恢复措施 邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
11	公众教育和信息	对管道及站场邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
12	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

12.9.3 应急预案的组织与实施

本工程投产后，管道运行管理单位，要结合实际情况，充分分析管道存在的环境风险，提出针对性的风险消减措施，完善本单位环境突发事件应急预案，按规定组织预案评审，及时向地方生态环境行政主管部门进行预案报备。要结合新建与在役管道连接后产生的工艺变化、运行机构管理范围调整等情况，重点考虑管道沿线环境敏感区、高后果区的环境风险应急需求，根据实际需要配置充足的应急物资，并定期进行应急演练和环境应急预案更新。

1） 应急预案应重点说明可能的突发环境事件情景下需要采取的处置措施、向可能受影响的居民和单位通报的内容与方式、向生态环境主管部门和有关部门报告的内容与方式，以及与政府预案的衔接方式。

2） 本工程各运行单位应根据《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)>的通知》(环发[2015]4 号)，结合本工程特点制定环境风险应急预案，并在投产前完成备案。

3） 建设单位在制定应急预案时，应与依托的工程管理部门进行衔接，使本工程应急预案与原工程应急预案相符，应与其建立通畅的沟通联络机制，以及联合演练机制等等。必要时应及时更新应急预案，并重新备案。

4） 拟建工程涉及敏感目标较多，建设单位在编制应急预案时，应与敏感目标主管部门衔接，制定适合的风险应急处置措施，落实应急物资、应急资金、应急队伍和社会救援机构的内容，并定期进行培训和演练。

12.9.4 应急预案的培训与演练

项目运行后应制定应急预案演练计划，根据计划定期进行演练，并根据演练中发现的问题对应急预案进行修改完善。

12.9.5 应急联动

根据应急类型、发生时间和严重程度，按照法律法规和标准必须要向外部有关部门通报。在应急总指挥的指导下，通讯联络负责人按照预案的规定，向需要通报的企业外机构通报(上报)有关信息。

1） 与当地政府应急预案的联络和联动

根据应急类型、发生时间和严重程度，向当地政府公安、消防、环保、卫生等部门通报事故情况，及时启动与地方应急预案的联动。

2） 外部应急救援

本管道还应建立本单位与国家及地方相关机构用于应急响应的电话网络和传真网络，确保应急状态下信息传递畅通。应急电话网络和传真网络信息的更新要及时，并以附件的形式附在预案的后面，并保存在各级应急指挥系统内。

12.9.6 应急保障

拟建管道沿线已有的维抢修机构包括？管道沿线维抢修总体依托条件较好，不再新建维抢修机构。依托维抢修机构设置和管辖范围见表 11.6-2。

12.10 重要环境保护目标段管道事故应急要点

12.10.1 保护目标

拟建管道沿线分布有不同类型的敏感目标，具体有生态保护目标、地表水地下水保护目标、环境空气、声环境以及环境风险保护目标，具体见本报告书 1.8 节。输气管道事故对生态保护目标、近距离居民点影响较大，对地表水、地下水保护目标则影响较小。

12.10.2 主要风险预防措施

1） 采用合理的穿越方式穿越生态环境敏感目标段，若因为地质条件、施工难度等原因确实无法采用非开挖方式，需选择合适的时间进行施工，缩短工期，保证管顶埋深，提高设计等级或增加盖板，增加管道壁厚，焊接采用双百检测，采用加强级“三层 PE”防腐涂层等措施，提高管道运行期间的安全系数。

2） 敏感目标穿越段上、下游合理设置监控阀室。

12.10.3 风险分析

敏感目标穿越段，管线运行期的主要风险为输气管道破裂泄漏，以及泄漏导致的火灾爆炸事故。拟建工程输送的为净化后的商品天然气，气体密度小于空气，管道发生泄漏后对水环境保护目标基本无影响。但管道泄漏导致火灾爆炸事故引发的次生危害及管道事故维抢修过程中有可能会对周围居民和环境空气以及生态环境产生一定影响。

12.10.4 应急响应

一旦发生管道火灾爆炸事故引发的环境污染事故，以及天然气泄漏事故等，应立即启动拟建工程的事故应急预案，并将事故情况按事故级上报；

同时启动与当地环保、水利、消防主管部门和当地政府的应急联动。事故段近距离站场应急先遣队应率先到达现场，并初步评估事故大小和影响范围，开展事故控制与处理。

情况紧急时，可越级直接向西南管道公司应急领导小组报告，同时向地方政府、相关主管部门报告。启动程序见图 12.11-1。

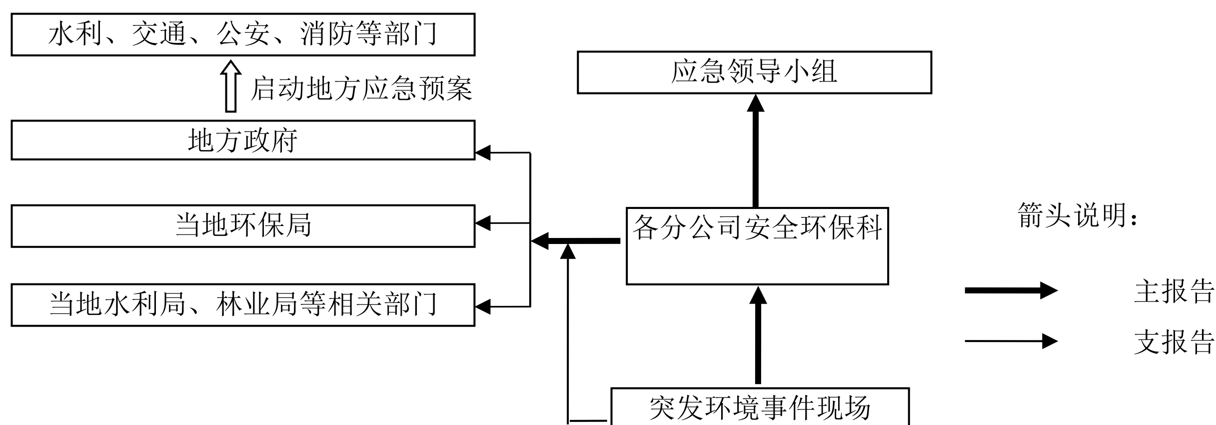


图 12.11-1　敏感目标穿越段应急预案启动程序

12.10.5　区域应急的联动方案

发生事故，在企业自救的同时，应及时向当地政府有关部门(消防、安全监督、公安、环保、保护区管理部门等)报告，请求援助，政府根据事故情况分级启动区域应急预案。

12.10.6　管道泄漏、火灾(爆炸)事故应急措施

1)　采取有效措施，尽快切断污染源。

2)　迅速与敏感目标主管部门取得联系，通报事故情况。如有必要，立即开展事故对该区域敏感目标的影响监测。同时采取相应措施减少事故对该区域的影响。

3)　对污染状况进行跟踪调查，对重要保护目标及时采取有效保护措施使其免受或少受影响。

12.10.7　应急预案

拟建工程一旦在敏感目标穿越段，或距敏感目标近距离段发生泄漏事故，应立即启动本预案，并立即通知地方，启动当地应急预案。在地方应

急救援队伍未到达现场前即实施该程序，当地方应急响应部门到达现场后，积极配合地方应急响应部门开展此项工作。一旦上述管段发生事故，应立即组织近距离居民撤离到警戒区外，事故点的上风向。之后视事故大小，现场确定是否将居民进一步疏散。

1） 本程序第一责任人：应急先遣队队长；第二责任人：维抢修队 HSE 管理员。

2） 事故发生后，应立即启动事故点两侧截断阀室的截断放空程序，控制事故恶化。

3） 先遣人员到达现场后，立即对事故危险现状作出初步评估，并将事故现状向当地政府以及相关部门(环保、消防、环境应急监测、水利、林业等)报告，请求援助，地方政府根据事故情况分级启动区域应急预案。

4） 开展可燃气体监测，现场指挥员根据初步确定的危险范围在事发点的安全距离外划定警戒区，主要出入口由专业抢险队队员看管。

5） 人员疏散。

6） 针对不同类型的敏感目标，开展相应的事故应急监测。

12.10.8 应急保障

1） 资金保障

（1） 在年度预算编制时，应急管理部门、财务部门应对日常应急工作所需费用，应急系统和队伍建设的装置配备、物资储备、培训、演练、设备维护所需资金做出预算，经审定后，列入年度预算；对于突发事件形成的预算外费用，按公司预算外资金审批程序办理。

（2） 事故处置结束后，对应急处置费用经相关部门审核签证后，据实列支相关费用。

2） 技术保障

（1） 由应急管理机构和人事处组建专家库。专家组成员及单位、专业、住址、联系方式由应急管理机构和人事处共同掌握并及时更新。

（2） 需要调动的专家不在专家库时，由公司应急领导小组现场确定。

12.10.9 应急预案的关闭

1） 确认事故现场危险已消除；

2） 确认事故已经得到有效控制，不会继续对敏感目标造成威胁；

3） 各应急小组现场工作结束后，逐级向现场应急指挥组汇报；

4） 应急指挥组确认达到应急抢险预案关闭条件后下达关闭命令；

5） 各应急小组接到命令后，清理现场并撤离。

12.10.10 环境恢复

事故得到控制后，相关人员进行生产恢复和环境恢复。

12.11 小结

综合上述分析，在采取了适当风险防范措施并制定可靠应急预案后，本工程环境风险可控。建议建设单位在下一步工作中，进一步根据本环境风险评价内容，落实细化相关措施，并根据本评价的对环境风险预测的结果，制定详细的突发环境事件专项应急预案。

13 环境保护措施及其经济、技术论证

13.1 施工期环境保护措施及论证

本工程对环境的影响主要是在施工期，主要表现为对生态环境、自然景观、水源地等的影响。为最大限度地减轻施工作业对环境的影响，便于施工期环境管理，结合管道施工的特点，将工程施工期拟采用的环保措施和工程应采取的环境保护措施总结如下：

13.1.1 生态环境保护及恢复措施

13.1.1.1 施工期管理措施

1） 强化施工阶段的环境管理。在施工期间，为保证施工质量，除了由质量监理部门派人进行监督，保证环境保护措施得到落实，还应建立环境监督制度，监督指导施工落实生态保护的施工措施。

2） 严格划定施工作业范围，在施工带内施工。施工过程中应确定严格的施工范围，并使用显著标志(如彩旗或彩色条带)加以界定，严格控制工程施工过程中的人工干扰范围。在保证施工顺利进行的前提下，尽量减少占地面积。严格限制施工人员及施工机械活动范围。在林地内施工，更应该注意这一点，要减少人员，少用机械，以最大限度减少对林木的破坏。

3） 做好施工的组织安排工作，减轻损失。应根据当地农业活动特点组织施工，减轻对农业生产破坏造成的损失。施工期应选择在一季作物生长期间完成，尽量不占用作物的生长时间。穿越河流段一般应选择枯水期进行。

4） 妥善处理施工期产生的各类污染物，防止其对重点地段的生态环境造成重大的污染，特别是对河流水体及土壤的影响。

5） 禁止夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰。

6） 挖掘管沟覆土回填时，应执行分层开挖、分层回填的操作制度。提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

7） 在通过居民区的地段施工时，施工道路要洒水，防止扬尘对居民的影响，要严禁夜间施工，以防噪声扰民。

8） 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，使之尽快恢复原状，

将施工期对生态环境的影响降到最低程度。

9） 施工结束后，应按国务院的《土地复垦规定》复垦。凡受到施工车辆、机械破坏的地方，都要及时修整，恢复原貌，植被(自然的、人工的)破坏应在施工结束后的当年或来年予以恢复。

10） 加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花损木，严禁砍伐、破坏施工带以外的作物和树木。不准乱挖，乱采野生植物，不准随便破坏动物巢穴，严禁捕杀野生动物。约束其在非施工期间的活动范围。

11） 站场周围栽种树木进行绿化，道路两旁也要种植花卉、树木，以降低噪声。

13.1.1.2 生态恢复措施

1） 总体措施

(1) 严格遵守操作规程

在敷设管道的地方，应执行分层开挖的操作制度，即表层土与底层土分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。本工程所经区域表土中的有机质，对维持土壤的肥力特别重要。所有的表土都应标明并分开堆放，并把它们洒在进行恢复植被作业的地区。尽可能保持作物原有的生活环境。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。

对于山区段，表土与底土很难实施分开堆放，建议将表土装入编织袋，装有表土的编织袋可用于做临时挡墙、临时护坡。

(2) 作好施工后的恢复工作。施工结束后，施工单位应负责清理现场。凡受到施工车辆、机械破坏的地方都要及时修整，恢复原貌，植被一时难以恢复的可在来年予以恢复。

(3) 农田段做好土地的复垦工作

本工程扰动占用的土地中有80%为耕地，施工单位应负责清理现场。凡受到施工车辆、机械破坏的地方都要及时修整，然后交由农民恢复种植。

(4) 在进行生态恢复之前，施工过程中造成的任何干扰地表和切割坡面必须进行地貌恢复，然后根据不同地段自然环境条件和工程运营要求，落实必要的绿化覆盖措施。

(5) 植被覆盖工作必须在雨季到来之前形成较好的生长态势，避免因地表裸露产生水土流失而影响恢复效果。

(6) 生态恢复时，应尽量采用本地种类或常见绿化物种，严禁随意使用非本地物种，避免因生物侵袭给当地的生态系统带来严重伤害。

(7) 保护表土措施

管道施工表层土在作业带征地范围内进行堆放，并做好剥离表土临时覆盖挡拦措施；施工中，管沟开挖土石方坡脚布设编织土袋临时挡拦，雨季做好临时堆土区彩条布临时覆盖。

站场施工，剥离表土进行装袋摆放或在站内空地内进行堆放，并做好剥离表土临时覆盖挡拦措施。

施工便道区，施工前，对施工扰动区进行表土剥离，剥离表土采用编织袋装填用作挖填边坡坡脚的临时挡墙；在施工便道有来水的一侧或路堑边坡下方道路一侧布设临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池；对施工过程中产生的裸露边坡遇到降雨采用防雨布覆盖；施工结束后，对施工道路进行土地整治，原是耕地的则恢复为耕地，其他地类采取植被恢复措施。

2) 分段措施

(1) 敷设管道、修建施工便道

——山地区

管道横坡、爬坡敷设时，管沟开挖前先对管道作业带的表土和表层风化壳进行剥离和保护(剥离的表层土集中堆放，在堆体四周坡脚采用土工布覆盖或装入编织袋进行保护)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；应采取综合水土保持防治措施。在施工前布设好挡渣墙、排水沟等。管道敷设完毕后，对失稳边坡、裸露母质采取护坡、固土措施，并配套坡面水系工程，防止诱发崩岗；及时进行表土还原与土地平整，根据原土地利用类型进行恢复，具体如下：

管道穿越林地时，在管沟中心线两侧 5m 范围内种草，5m 范围以外的扰动面按照原有树种或选择适生树种进行混交造林，林下撒播草籽恢复植被。

管道穿越草地和荒山荒坡时，选择适生的草种恢复植被。

管道穿越坡耕地时，采取恢复田埂和坡改梯措施，完善坡面排水系统，

恢复耕地。

——平地敷设

管沟开挖前先对管道作业带的表土进行剥离和保护(集中单独堆放，采用土工布覆盖)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；管道敷设完毕后，应及时回填，实施表土还原和土地平整，对破坏的农田恢复农田田坎、灌排沟渠及田间道路等。

(2) 河流穿越

围堰大开挖穿越的河流，应避开汛期施工，围堰拆除的弃渣应返回原取土地。施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

直接开挖穿越沟渠时，多余土石方就近洼地填埋并夯实，施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

定向钻穿越河流施工场地，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护，并设置泥浆池；施工中产生的废弃泥浆经处理后排入泥浆池内；施工结束后，剩余泥浆交由具有专业泥浆处理资质的公司进行处理，泥浆池实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

(3) 公路穿越

顶管穿越公路时，施工前应对施工场地的表土进行剥离和保护；施工结束后，实施表土还原和土地平整，恢复原土地利用类型。

直接开挖穿越公路时，施工过程中注意处理好建设垃圾；施工结束后，按原公路标准恢复道路路面、排水沟和行道树。

(4) 站场阀室

施工前，应将表土进行剥离和保护；施工过程中，需设置临时排水沟、沉沙池，对挖方土采取临时覆盖措施；施工结束后，应处理好建筑垃圾，对非硬化地面实施表土还原和土地平整，进行绿化美化。进场道路的排水、绿化措施与站场内道路、排水一体化设计施工。

13.1.1.3 基本农田保护方案

本工程临时占地中有基本保护农田，施工中应采取措施减少对基本农田的破坏并做好施工后的恢复工作。

1) 划定施工范围，尽可能少的占用耕地。

2） 挖掘管沟时，应分层开挖、分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。分层回填前应清理留在土壤中的固体废物,回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。回填后多余的土应平铺在田间或作为田埂、渠埂，不得随意丢弃。

3） 施工时，应避免农田受施工设备、设施碾压，而失去正常使用功能。例如：机井、灌渠、灌溉暗管(一般埋藏较浅)等水利设施的损坏，会导致灌溉区受益范围内农作物生长受影响。

4） 施工期应尽量避开作物生长季节，减少农业生产损失。

5） 施工结束后做好农田的恢复工作。清理施工作业区域内的废弃物，按国务院的《土地复垦规定》复垦。凡受到施工车辆、机械破坏的地方，都要及时修整，恢复原貌，植被(包括自然的和人工的)破坏应在施工结束后的当年或来年予以恢复。

施工期间要严格落实以上生态保护措施，管道施工对生态环境影响较小，从环境保护的角度可以接受，经济、技术上可行。

13.1.2 地表水环境保护措施

本工程采用定向钻方式穿越河流，其余沟渠、河流小型穿越均采取大开挖方式。施工期对地表水环境的影响主要发生在管道穿越施工过程中，污染源主要是施工器械的泄漏、洗刷及丢弃的垃圾，施工期水环境保护以环境管理为主。

1） 定向钻施工

(1) 禁止向水体内排放一切污染物。

(2) 动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。

(3) 严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆。

(4) 泥浆池要按照规范设立，其容积要考虑30%的余量，以防雨水冲刷外溢，泥浆池底要采用防渗膜进行防渗处理，保证泥浆不渗入地下。

(5) 施工结束后，产生的废泥浆就地掩埋进行处理；废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复等。

(6) 施工多余土方可用于沿岸护堤，不得随意弃置。

(7) 施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。

2) 大开挖施工

(1) 采取开挖方式施工时，建设单位应该对本项目的线路选择及河渠穿越点的选择上，要充分考虑地表水功能和类型，同时要取得水利部门、规划部门、农业部门和环保部门认可，在施工期间尽量使地表水水质的影响降至最低。

(2) 建设单位应加强施工期环境管理，管沟开挖、临时道路修建、河流、水渠穿越施工应避开雨季，减少水土流失和对水生生态系统的影响。

(3) 必须选择在枯水期施工。

(4) 严格施工组织，优化施工方案，尽量缩短施工时间。

(5) 严格执行地方河道管理中有关规定。

(6) 禁止向水体排放一切污染物。

(7) 严禁在河流及近岸内清洗施工机械、运输车辆。

(8) 施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施。机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。

(9) 注意不要将两岸施工现场的洒落机油等污染物落入河流。

(10) 施工结束后，应尽量使施工段河床恢复原貌，管沟回填后多余土石方可均匀堆积于河道穿越区岸坡背水侧，压实、或用于修筑堤坝；必须注意围堰土在施工结束后的清理工作，避免阻塞河道，应严格执行河道管理的有关规定，尽量减少对堤坝等水工安全设施的影响。

3) 管道试压水

管道试压废水主要含铁锈和泥沙等杂质，经沉淀过滤后，由于管道试压是分段进行的，局部排放量相对较少，同时废水中主要含少量铁锈、焊渣和泥砂，因此，经收集进行沉淀处理后，经当地环保部门同意，或排入附近Ⅳ或Ⅴ类的沟渠河流，或进入市政府水管线，对环境影响不大。

为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用(本工程试压水重复利用率最高可达 50%左右)，同时加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向应符合当地的排水系统要求，杜绝不经处理任意排放的现象，避免造成局部土壤流失。

4) 小结

施工期间要严格落实以上管理措施，管道施工对河流影响会很小，从环境保护的角度可以接受，经济、技术上可行。

13.1.3 地下水环境保护措施

根据本工程特点、管道沿线的地质环境，并结合管道工程建设的经验和教训，为最大限度地减少对地下水环境的影响，防止地下水污染，应采取以下措施：

1） 对管道施工过程中可能产生的环境影响以预防为主，要求建设单位必须制定环境保护管理的具体措施，预防对地下水产生不利影响。

2） 管道埋设要精心施工，并且选择优质材料避免管道破裂等意外事故发生，避免事故抢维修过程中的废物、废料对地下水造成污染。

3） 严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减小对浅层地下水的污染；施工结束后，保持原有地表高度，恢复地表原貌。

4） 地下水埋深小于管沟挖深的区域，在管道埋设时，应在管道上部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度地减少地下水位上升，从而达到减轻地下水环境影响的目的。

5） 施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)和生活垃圾每天应分类及时回收。

6） 管道施工时，应仔细检查施工设备，给施工设备加油应采取防跑冒滴漏措施；存放油品区应有防渗漏措施；防止漏油、生活污水污染土地和地下水；一旦出现较大面积的污染，应及时截断污染扩散途径，使污染物在原地净化处理，尽快排除污染源。

7） 做好施工影响范围内的地下水水位、水量和水质监控工作，发现影响居民生活和生产用水时应予及时解决。

8） 施工结束后要尽快恢复原貌。

采取以上防护措施后，项目区域地下水环境可以得到有效保护，经济、技术上可行。

13.1.4 声环境保护措施

1） 加大声源治理力度。选择低噪声施工机械，加强设备、车辆的日常维修保养，使施工机械保持良好运行状态，避免超过正常噪声运转。对于必须使用的高噪声设备，应采取加装消声器、隔声罩等措施，尽量降低

其噪音辐射强度。

2） 合理布局施工现场。避免在同一地点安排大量动力机械设备,以免局部声压级过高。

3） 合理安排施工时间。在制定施工计划时，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，高噪声设备施工安排在日间，管线运输、吊装应安排在日间，夜间减少施工量或尽量不施工。

在距居民区较近地段施工时，要避免夜间作业，以防噪声扰民。严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》对施工阶段噪声的要求，需要在夜间施工时，必须向当地环保部门提出申请，获准后方可在指定日期进行，并提前告知附近居民。施工车辆路过村庄时禁止鸣笛。

4） 加强对施工期噪声的监督管理。建设单位的环保部门应按国家规定的建筑施工场界噪声标准，对施工现场进行定期检查，实施规范化管理，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行查处，同时积极做好环境保护法规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

5） 根据施工需要，建临时围挡，对施工噪声起到隔离缓冲的作用。

在采取了以上噪声污染防治措施后，施工期的噪声水平可以接受，经济、技术可行。

13.1.5 环境空气保护措施

1） 根据施工过程的实际情况，施工现场设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

2） 避免在大风日及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水方式抑尘措施。

3） 管沟挖土及时回填，如需隔夜堆放，对管沟土加盖蓬布等抑尘措施，工地实施半封闭隔离施工。

4） 加强施工区的管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

5） 汽车运输易起尘的物料时，要加盖蓬布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。另外，运输路线尽可能避开村庄，施工便道尽量进行夯实硬化处理，减少扬尘。

6） 加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物的排放。

以上扬尘防治措施可以有效地降低施工扬尘产生量，从环保角度可以接受，经济、技术上可行。

13.1.6 固体废物防治措施

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、施工废料和弃渣等。

1） 生活垃圾

施工期产生的生活垃圾具有较大的分散性，持续时间短。施工人员吃住一般依托当地的旅馆、饭店或村庄，生活垃圾处理均依托当地的处理设施。

2） 废弃泥浆

施工结束后剩余剩余泥浆，交由具有专业泥浆处理资质的公司进行处理，泥浆坑上面覆盖 40cm 的耕作土，恢复原有地貌。

3） 工程弃土

施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿越工程、修建施工便道以及工艺站场建设。根据前述分析本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，可以做到各类施工工艺土石方平衡，无弃方。

(1) 一般地段，多余土方平洒在施工带上。在耕作区，开挖时熟土(表层耕作土)和生土(下层土)分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量(高出地面0.3～0.5m)。

(2) 围堰大开挖在枯水期施工，围堰工程量小且标准较低。开挖时需要在河流的上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

（3） 定向钻穿越河流，会产生钻屑，用来加筑堤坝或平整场地。

（4） 顶管方式穿越高速、等级公路时，会产生多余土方。该部分多余土方主要为泥土和碎石，用于地方乡道建设填料或道路护坡，无弃方。

（5） 本管道工程道路工程的挖方量和填方量可做到取弃平衡。

（6） 站场建设场地平整，基本实现挖填平衡，无弃土弃渣。

4） 施工废料

施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门有偿清运。

本工程施工期所产生的固体废物均采取了有效措施，并且做到了回收利用，从经济、环保角度均是可行的。

13.2 运行期环境保护措施及论证

13.2.1 地表水环境保护措施

运行期各站场生活污水经化粪池预处理后，进入一体化生活污水处理装置处理达标后用于绿化。

本项目运行期不会对周围水环境产生不良影响，从经济、环保角度均是可行的。

13.2.2 地下水环境保护措施

运行期正常工况下，由于输气管线是全封闭系统，输送的天然气不会与地下水发生联系；运行期内须注意清管废渣、分离器检修的收集和处理工作。采取以上防护措施后，项目区域地下水环境可以得到有效保护，经济、技术上可行。

13.2.3 声环境保护措施

管道运行期噪声源主要来自站场压缩机组、空冷器、调压设备、放空系统等。针对工程中噪声的来源及运行期噪声预测评价结果，主要采取的降噪措施如下：

1） 在初步设计时，对噪声源进行优化布局，对噪声源强扩散与厂界围墙的方位进行调整，对平面布置进行合理设计。

2） 在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声。

3） 设置专门压缩机厂房，将机组设置在室内。厂房采用钢结构设计，内外墙及屋面均采用彩钢复合夹芯板，设置吸音降噪材料；压缩机组基础

为钢筋混凝土独立基础，并采取减震措施等。

4） 空压机放置在综合设备间内，综合设备间采用混凝土框架结构；填充墙采用加气混凝土砌块砌筑；基础为钢筋混凝土独立基础等措施。

5） 对于调压装置的噪声，首先从设计上要严格把关，防止发生不匹配现象。

6） 空冷机采用进气消声器、排气消声器进行治理

7） 对于振动较大的设备，采取基础减震措施可以有效减少机械噪声。

8） 对站场周围进行绿化，可起到吸声降噪的作用。

9） 在生产期间定期维护设备，保证设备处于良好的运转状态，避免由于运转不正常而产生的噪声。

采取各种降噪措施后，各站厂界噪声昼间均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2类标准要求，不会出现扰民问题,采取的降噪措施从经济、技术、环保角度均可行。

13.2.4 环境空气保护措施

根据工程分析，废气主要来自站场清管作业、分离器检修和系统放空排放的天然气。为了减少对环境大气的污染，工程拟采取的主要措施有：

1） 采用合理的输气工艺，选用优质材料，管道及其附属设施，在设计时充分考虑抗震，保证正常生产无泄露。

2） 在站场围墙外设置放空立管，采用密封良好的双阀控制。

3） 加强管理,减少放空和泄漏，站场设置放空系统，大量天然气通过放空立管排放，利用高空疏散，减少天然气排放的安全危害和环境污染。

根据管道在运行期对环境空气的影响分析结果，其影响在可接受范围内，没有污染物超标现象。因此，所采取的环境空气防治措施经济、技术上可行。

13.2.5 固体废物防治措施

管道运行期间，各站场所产生的工业固体废物主要有：清管作业时产生的废渣，主要成份为粉尘、氧化铁粉末；分离器检修(除尘)时产生的少量粉尘；压缩机检修时的废润滑油；过滤分离器废滤芯、废电池等；各站人员产生的生活垃圾等。主要处理措施如下：

1） 对于清管作业和分离器检修的固体废物，属一般固体废物，目前

输气管道工程均采用将其导入站内排污池中集中存放，然后定期清运到当地环保部门指定地点进行填埋处理。由于其量很少，且不含有毒有害成分，只要征得当地环保部门的同意，合理选择废渣填埋地点，或直接运往当地垃圾处理场填埋，不会对当地环境造成大的影响。

2） 生活垃圾的处置将按照《城市生活垃圾管理办法》处理，沿线各站场分别与当地环卫部门签订处理协议，交环卫部门统一处理；对农村场站要与当地环卫部门进行联系，交由环卫部门合理处置。

3） 压缩机检修时排放的废润滑油、废旧电池等，按《国家危险废物名录》属于危险废物，在危废暂存间暂存后交由有资质单位进行处置。

采取以上措施后，本工程产生的各种固体废物均可得到妥善处置，不会给周围环境带来危害，从经济、环保角度均是可行的。

13.3 环境风险防范措施

13.3.1 施工期

1） 严格保证各类建设材料的质量，严禁使用不合格产品。

2） 施工过程中加强监理，确保涂层、管道接口焊接等工程施工质量。

3） 制定严格的规章制度，发现缺陷及时正确修补并做好记录。

4） 建立施工质量保证体系，提高施工检验人员水平，加强检验手段。

5） 进行水压实验，严格排除焊缝和母材缺陷。

6） 选择有丰富经验的单位进行施工，并有优秀的第三方对其施工质量进行强有力的监督，减少施工误操作。

13.3.2 运行期

1） 严格控制输送天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀。

2） 定期进行管道壁厚的测量，对严重减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故的发生。

3） 每半年检查管道安全保护系统(如截断阀、安全阀、放空系统等)，使管道在超压时能够得到安全处理，使危害影响范围减小到最低程度。

4） 在公路、河流穿越点的标志不仅清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

5） 加大巡线频率，提高巡线的有效性；定期检查管道施工带，查看

地表情况，并关注在此地带的人员活动情况，发现对管道安全有影响的行为，应及时制止、采取相应措施并向上级报告。

6） 在运行期，建设单位应加强与当地相关规划管理的沟通，协助规划部门做好管道、场站周边的规划。

13.4 敏感点段环境保护措施

本管道工程在施工建设过程中，将穿越一些环境敏感点段，为便于施工期的环境管理，现根据施工中的作业特点和各施工区段的敏感目标分布情况，分别提出具体的环境保护措施，见表 13.4-1。

13.5 环保投资估算

工程总投资 361.85×10^8元，其中环保投资共计 60230.06×10^4元，占总投资的比例为 1.66%，主要用于恢复地貌、恢复植被、生态敏感区域恢复治理、环境监理、监测等施工期生态环境保护措施等。环保验收及投资估算详见表 13.5-1。

表 13.4-1 环境敏感区段施工期环境保护措施

沿线敏感点段	环保措施
长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区	1.加强对施工人员的管理，禁止施工人员擅自进入自然保护区范围。 2.禁止向水体内排放一切污染物。 3.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减小对浅层地下水的污染。 4.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 5.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 6.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应运至保护区外的渣场进行处置。 7.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。 8.施工前应向当地环保和相关部门通报施工方案和进度安排。
金刀峡自然保护区	1.加强施工人员对植物的保护意识，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐。 2.限定施工作业范围，车辆按固定线路行驶，严格控制施工作业区域以外的其它活动。 3.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应运至渣场进行处置。 4.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减少扰动面积。 5.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 6.施工结束后要及时修整，恢复原貌，恢复树种尽量选用当地乡土树种，结合管道安全防护范围，乔、灌、花搭配，分段种植，突出不同景色。
小三峡自然保护区	1.加强施工人员对植物的保护意识，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐。 2.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减少扰动面积。 3.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 4.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应运至渣场进行处置。 5.施工结束后要及时修整，恢复原貌，恢复树种尽量选用当地乡土树种，结合管道安全防护范围，乔、灌、花搭配，分段种植，突出不同景色。
大口鲶县级自	1.加强对施工人员的管理，禁止施工人员擅自进入自然保护区范围。

沿线敏感点段	环保措施
然保护区	2.禁止向水体内排放一切污染物。 3.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减小对浅层地下水的污染。 4.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 5.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 6.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。 7.施工前应向当地环保和相关部门通报施工方案和进度安排。
大风堡自然保护区	1.加强施工人员对植物的保护意识，禁止施工人员对野外植被滥砍滥伐。 2.限定施工作业范围，车辆按固定线路行驶，严格控制施工作业区域以外的其它活动。 3.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应运至渣场进行处置。 4.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减少扰动面积。 5.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 6.施工结束后要及时修整，恢复原貌，恢复树种尽量选用当地乡土树种，结合管道安全防护范围，乔、灌、花搭配，分段种植，突出不同景色。
长江湖北宜昌中化鲟自然保护区	1.加强对施工人员的管理，禁止施工人员擅自进入自然保护区范围。 2.禁止向水体内排放一切污染物。 3.严格控制施工范围，应尽量控制施工作业面，减小对浅层地下水的污染。 4.施工人员的生活污水、生活垃圾等废物应集中堆放、集中处理。 5.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 6.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应运至保护区外的渣场进行处置。 7.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失。 8.施工前应向当地环保和相关部门通报施工方案和进度安排。
重庆市合川区三江湿地公园	1.施工应得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工期应避开雨季，尽量缩短工期。多余的土石方不得在公园范围内丢弃，可用于水保设施的修筑。 3.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 4.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
枝江玛瑙河省级湿地公园	1.施工应得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工期应避开雨季，尽量缩短工期。多余的土石方不得在公园范围内丢弃，可用于水保设施的修筑。

沿线敏感点段	环保措施
	3.泥浆池要严格按照规范设立，采用可降解防渗透膜进行防渗处理，其容积要考虑30%的余量，以防雨水冲刷外溢。 4.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 5.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 6.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
环荆州古城湿地公园	1.施工应得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.泥浆池要严格按照规范设立，采用可降解防渗透膜进行防渗处理，其容积要考虑30%的余量，以防雨水冲刷外溢。 3.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 4.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
合川区缙云山国家级风景名胜区	1.施工应得到景区主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 4.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
甘井沟风景名胜区	1.施工应得到景区主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.禁止将污水、垃圾和施工机械的废油等污染物抛入景区，应收集后一并处理。 3.选择合理的施工季节，尽量避开旅游旺季，并尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。 4.加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作。 5.采取分层开挖分层回填的措施。 6.施工时，要尽量少砍伐树木，并做好防火工作，配备适当的灭火器具。
重庆长寿湖风景名胜区	1.施工应得到景区主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.禁止将污水、垃圾和施工机械的废油等污染物抛入景区，应收集后一并处理。 3.选择合理的施工季节，尽量避开旅游旺季，并尽量缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填。 4.加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作。 5.采取分层开挖分层回填的措施。 6.施工时，要尽量少砍伐树木，并做好防火工作，配备适当的灭火器具。
遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质	1.穿越核心区施工应避开保护区的特别保护期内进行。 2.施工期加强管理，严禁施工人员随意捕捞鱼类。 3.不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆，避免漏油污染周围环境。

沿线敏感点段	环保措施
资源保护区	4.严禁在河道内排放管道试压水，经过滤沉淀处理后选择合适的地点排放，将沉淀物及时收集、运走。 5.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。禁止向水体内排放一切污染物。 6.做好场地的清理，进行植被恢复。
嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区	1.施工必须得到主管部门许可。 2.施工期加强管理，严禁施工人员随意捕捞鱼类。 3.不准在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械或车辆，避免漏油污染周围环境。 4.严禁在河道内排放管道试压水，经过滤沉淀处理后选择合适的地点排放，将沉淀物及时收集、运走。 5.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。禁止向水体内排放一切污染物。 6.做好场地的清理，进行植被恢复。
重庆市合川区九峰山森林公园	1.施工必须得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 4.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应综合利用或运至渣场进行处置，严禁随意堆弃。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
南天门森林公园	1.施工必须得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 4.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
黄水国家森林公园	1.施工必须得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，隧道弃渣应综合利用或运至渣场进行处置，严禁随意堆弃。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 4.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
清江国家森林自然公园	1.施工必须得到公园主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入水体。 4.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。

沿线敏感点段	环保措施
	泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。
合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地	1.施工必须得到主管部门许可。施工期，严格控制施工占地范围，严格管理施工队伍，不得随意破坏周围环境。 2.隧道施工过程中，应注意尽可能减少对隧道出入口附近植被的破坏，应注意隧道涌水的合理处置，不得排入水源地，隧道弃渣应综合利用或运至渣场进行处置，严禁随意堆弃。 3.施工时所产生的废油等物严禁倾倒或抛入嘉陵江水体。 4.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。并做好场地的清理，进行植被恢复。
喻家河水库饮用水水源保护区	1.施工场地应尽量紧凑，减少占地面积。 2.施工期间加强对施工人员的管理，禁止施工人员破坏施工带以外的植被和捕捞鱼类。禁止在保护区内存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水。 3.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 4.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。禁止向水体内排放一切污染物。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。 6.严禁在饮用水源保护区内设置排污口和施工营地
善溪冲水源保护区	1.施工场地应尽量紧凑，减少占地面积。 2.施工期间加强对施工人员的管理，禁止施工人员破坏施工带以外的植被和。禁止在保护区内存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水。 3.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 4.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，不能影响河道水质。禁止向水体内排放一切污染物。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。 6. 严禁在饮用水源保护区内设置排污口和施工营地
纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区	1.施工场地应尽量紧凑，减少占地面积。 2.施工期间加强对施工人员的管理，禁止施工人员破坏施工带以外的植被和捕捞鱼类。 3.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 4.施工过程中产生的弃渣和弃土要堆放在指定地点，不准随意堆弃，禁止向水体内排放一切污染物。 5.施工结束后要尽快恢复出、入土场地的原貌，减少水土流失；应将各种垃圾和多余的填方土运走，保持原有地表高度。泥浆池应回填土方，并做好场地的清理，进行植被恢复。 6.严禁向保护区水渠内排污。
利川市团堡镇	1.施工期产生的生活污水应集中收集处置，不得直接排入保护区，不得在保护区设置厕所；

沿线敏感点段	环保措施
麻沙河水源地	1.禁止在保护区排放试压水。 2.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 3.不得在保护区内存放油品或给机械设备加油。 4.各种垃圾等固体废物不得在保护区存放，施工结束后尽快恢复作业带原貌，减少水土流失；
合川区清平镇黄金村水源地保护区	1.施工期产生的生活污水应集中收集处置，不得直接排入保护区，不得在保护区设置厕所； 2.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 3.禁止在保护区排放试压水。 4.禁止在保护区内存放油品储罐、清洗施工机械。 5.各种垃圾等固体废物不得在保护区存放，施工结束后尽快恢复作业带原貌，减少水土流失。
恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区	1.施工期产生的生活污水应集中收集处置，不得直接排入保护区，不得在保护区设置厕所； 2.禁止在保护区排放试压水。 3.动力机械设置接油盘，施工机械加油应采取防跑冒滴漏措施，机械设备若有漏油现象要及时清理散落油品。 4.禁止在保护区内存放油品储罐、清洗施工机械。 5.各种垃圾等固体废物不得在保护区存放，施工结束后尽快恢复作业带原貌，减少水土流失。

表 13.5-1　三同时”验收及环保投资估算

治理项目		设备或措施	数量	处理效果	投资（×10⁴元）
一般项目区	恢复地貌	人工或推土机	1155km	恢复原貌	4152.42
	植被措施	草种或树苗	3737.18hm²	恢复植被	28028.84
环境敏感区段施工		现场施工警示牌，植被恢复等		降低对敏感区的影响	310
隧道施工区	地貌恢复、植被恢复	表土剥离、施工场地恢复、渣场植被恢复	68 座	恢复原貌	4900
	地下水环境保护	施工期地下水环境保护(地质、水文地质勘察；探、堵、防水等措施)，纳入工程投资	68 座	避免对地下水的影响	9800
	应急供水	应急/长久供水预留经费	25 座	避免对附近居民饮水的影响	2500
施工期污染防治		固废收集处置、苫盖抑制扬尘等	1155km	保护大气环境，控制污染	315.2
定向钻穿越		泥浆处置	31 处		310
站场区	生活污水处理	化粪池、一体化处理设备	4 套	达标排放	420
	清管、检修作业粉尘	排污池	14 座	收集处理，不外排	480
	生活垃圾处置	储存和清运设施	14 套	送垃圾处理场	70
	噪声防治	隔声门窗、墙体等	5 座	站界达标，敏感点无影响	2500
	站场绿化	种草、植树	14 座	大于空地 15%	240
	大气污染防治	放空系统	14 套	高点排放、减少对环境空气影响	1200
	危废暂存间		14 间		1200
阀室	大气污染防治	放空系统	69 套	高点排放、减少对环境空气影响	2070
环境监理、监测			1155km	不发生或少发生环境事故	1733.6
合计					60230.06

14 环境经济损益分析

本工程建设必将会对管道沿线的环境和经济发展产生一定影响。在进行本工程的效益分析时，不仅要考虑工程对自然环境造成的影响，同时也要从提高社会经济效益为出发点，分析对社会和经济的影响。本章将对该项目建设的社会、经济效益进行分析，并按照定性和定量相结合的方法，从环境经济角度分析该项目对沿线环境的影响程度。

14.1 社会效益分析

低碳经济与环境保护已成为当今世界发展主题，发展低碳经济首先要构筑稳定、经济、清洁、安全的能源供应体系。天然气作为一种高效、清洁、优质能源，对环境造成的污染远远小于石油和煤炭，是近几十年内发展低碳经济、实现节能减排的必然选择。我国也提出了“合理布局天然气管道及配套设施，基本形成覆盖全国的天然气基干管网，实现气源多元化、管道网络化、气库配套化、管理自动化、调度统一化”的天然气管道发展目标。

14.1.1 川气东送二线是保障四川盆地建成千亿方大气田和百亿方储气库的重要配套工程

近年来，随着碳酸盐岩大气田和页岩气勘探开发不断突破，四川盆地天然气已进入快速发展期，有望成为千亿方级大气区。

四川盆地将瞄准千亿方产量目标，快速推进常规气、大力发展页岩气和致密气，重点抓好川中高磨地区等下古生界-震旦系气藏、川东北高含硫气田、川东-川南页岩气和川中-川西致密气等上产稳产关键工程，确保天然气产量快速增长，助力保障我国能源供应安全。2030 年四川盆地规划产量 $1000\times10^8m^3$、2035 年 $1055\times10^8m^3$。

中石油、中石化分别提出从 2023、2025 年开始，四川盆地上产天然气将出现外输能力缺口。

此外，四川盆地规划建设铜锣峡、黄草峡、牟家坪、老翁场、普光清溪等多座地下储气库，远期规划库容超过 $100\times10^8m^3$。四川盆地丰富的储气库资源，除满足本地市场调峰和应急之外，还可以通过川气东送二线外输，解决中东部地区部分调峰需要。

川气东送二线是继忠武线、川气东送、中贵线之后，四川盆地天然气又一外输通道，其建设将有力保障四川盆地上产天然气外输通道畅通，解决近期外输瓶颈，确保远期千亿方产量目标得以实现，并助力解决中东部地区调峰资源匮乏问题。

14.1.2　川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程

川气东送二线是将沿海 LNG 资源接入全国干线管网的重要工程，有利于充分发挥 LNG 接收站的供应保障、储气调峰和应急保供的作用。

川气东送二线通过宁波-诸暨 LNG 注入管道、六横 LNG 注入管道将宁波舟山区域多座 LNG 接收站、约 1800 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过温州 LNG 注入管道、台州玉环 LNG 注入管道，将温州区域多座 LNG 接收站、约 1400 万吨供应能力接入川气东送二线干线；通过川气东送二线干线、西二线上海支干线、宣城-合肥联络线、温州-福州联络线等管道向浙江、周边沿海省份以及内陆省份辐射。一方面有效消除了 LNG 接收站气源孤岛问题，另一方面极大增强了上述市场区域天然气供应保障能力，并可充分利用 LNG 接收站储销快捷的优势，满足储气调峰和应急保供的需要，构建起协调发展的产运储销体系。

14.1.3　川气东送二线将保障长江经济带沿线省市天然气供应

川气东送二线横贯长江经济带，对保障沿线省市天然气供应，改善大气环境、优化能源结构，推动碳达峰和碳中和将起到积极作用。

川气东送二线干线和支线途经长江经济带的四川、重庆、湖北、安徽、江西、浙江、江苏等 7 省市，并通过川气东送管道、潜江-韶关管道辐射上海、湖南 2 省市。长江经济带区域经济发达，对低碳能源——天然气需求量旺盛。

2020 年 9 月 22 日，在第七十五届联合国大会一般性辩论上，习近平主席提出我国二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。近中期，能源行业实现减碳的有效路径是大力提高天然气生产和利用。在此背景下，预计上述 9 省市 2030 年天然气需求到将快速增长到 2015×10^{8}m³，比 2019 年将近翻一番。

本工程的建设将使长江经济带天然气供应能力增加 250×10^{8}m³/a，对提升长江经济带清洁能源供应量，改善大气环境、优化能源结构、促进节能

减排，提高人民生活质量，实现社会经济可持续发展，都将产生积极而深远的影响。按每年输送 380×10^8m^{3}天然气，与用煤相比，每年可减少二氧化碳排放量 8706 万吨、减少二氧化硫排放量 97 万吨、减少氮氧化物排放量 24 万吨、减少粉尘排放量 45 万吨，并可使我国天然气在一次能源消费结构中的比例提高 0.5 个百分点以上。

14.1.4　川气东送二线完善全国天然气管网格局、提高管网调运的可靠性和灵活性

川气东送二线是“四大通道”、“五纵五横”天然气管网格局中的重要组成部分，对完善全国天然气管网格局意义重大。

川气东送二线干线起自四川，途经重庆、湖北、安徽，止于浙江。此外，还配套建设宣城-合肥、温州-福州等联络线，实现与沿海区域的苏皖管道、西三线漳州-福州等干线管道连通。川气东送二线串接西南气区、中东部市场区域、沿海 LNG，在我国内陆腹地构筑起东西向能源大动脉，在沿海地区铺就出南北向沿海大通道，是十四五时期“五纵五横”天然气管网格局中的重要一横；也是“四大通道”中的沿海大通道不可或缺的重要组成部分。

川气东送二线大体并行川气东送一线敷设，站场邻建，联合运行，具备双向输送功能。此外，川气东送二线干线自西向东在铜梁与中贵线连通，在潜江与潜江-韶关管道连通，在仙桃与西三线连通，在武穴与西二线连通，在诸暨与西二线上海支干线连通，并通过联络线建设实现与西一线在利辛连通、在邳州与冀宁线连通、在合肥与苏皖管道连通、在福州与西三线连通。川气东送二线的建设，将极大提升国家干线管道网络化水平，促进互联互通格局和多通道供气局面进一步深化，使管网调运可靠性和灵活性得到进一步增强。

14.1.5　川气东送二线的建设有助于扩大内需

川气东送二线是重要的能源基础设施，其建设有助于扩大内需，促进国内大循环。

项目的实施将在我国长江经济带建设约 5000km 的干支线输气管道，下游还将新建和改造大量的用气项目，均投入大量资金。管输企业和用气企业在投入大量建设资金的同时，也将取得良好收益。此外，项目的实施还

将增加就业机会，拉动内需，带动我国机械、电力、冶金、建材等相关工业的发展。有助于推动国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的形成。

川气东送二线(川渝鄂段)起自四川威远，途经重庆，止于湖北潜江（含潜江站），是川气东送二线的西线工程。在潜江实现与潜江-韶关管道、西三线潜江-仙桃联络线的连通。四川盆地天然气可利用潜江-韶关管道南下去湖南和珠三角地区，也可经川气东送二线东段东输去中南和长三角地区。

川气东送二线川渝鄂段的建设将资源供给与市场需求紧密连接，有利于将四川盆地雄厚的天然气资源优势转化为经济优势，推动中西部地区发展，促进西部大开发战略的实现，惠及川渝鄂沿线人民生活，服务沿线生产低碳转型。

综上所述，本工程的建设具有较大的社会效益。

14.2 经济效益分析

本工程总投资 328.14 亿元，其中建设投资 303.58 亿元，建设期利息 20.44 亿元，流动资金 1.91 亿元。

本工程为川气东送二线的重要组成部分，具有较高的经济效益。同时，考虑到本工程的建设有利于沿线地区社会经济发展对能源的需求，保证当地天然气供应安全，构筑新的供气通道并且有利于实现天然气管道网络化，提高管网调配灵活性，因此应努力扩大市场范围、挖掘高端用户，获得税收优惠政策及降低建设投资、运营成本等，可以大大提高项目的经济效益。

另外，本项目的建成还具有一定的间接经济效益，例如使用天然气发电与燃煤电厂比可大大节约投资同，减少运营成本，主要为煤炭运费等，同时还可以缓解铁路和公路运输压力，改善环境提高居民生活质量等。

14.3 环境损益分析

14.3.1 环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工和站场建设需要临时和永久占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，并因此带来一定程度的环境损失。一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态问题，如水土

流失、沙尘暴、生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，仅通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

由生态环境影响分析中可知，本工程施工活动预计总扰动面积 3720.34hm²，其中临时占地面积 3561hm²，永久占地面积 159.34hm²。

根据生态环境影响分析章节，本工程施工扰动耕地 1270hm²，根据《中国的粮食安全》白皮书，2017 年我国稻谷的每公顷产量为 6916.9kg。按一吨稻谷的收购价为 3000 元估算，假设在管道施工后需要 2 季～3 季恢复原生产能力，工程占用农田将造成直接经济损失约 2635.34×10^4元。

工程将扰动、占用林地 860hm²，按照全国林木平均蓄积量 79.18m³/hm²计，临时占地将导致 6.81×10^4m³的林木损失。按 300 元/m³计算，则临时占地部分的损失费约为 2043×10^4元。

工程将扰动、占用草地 350hm²，按照产鲜草 4500kg/hm²计算，则预计本工程永久占地将造成牧草产量每年损失 1575t，按每只羊需 1800kg 草计，损失的牧草可养羊 875 只，每只羊按 1000 元计，折合人民币 87.5×10^4元。因此，本工程将造成管道沿线牧草产量损失 87.5×10^4元。

因此，本工程所造成的直接经济损失共计约 4765.84×10^4元。

14.3.2　环境效益分析

14.3.2.1　改善环境空气质量

天然气利用可以减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量。本项目在减轻大气环境影响方面效益显著，与燃油和燃煤相比具有更高的环境效益。

根据天然气、油和煤的热值，首先计算出天然气替代油、煤的量，然后根据各种燃料的硫含量，计算出 SO_2 的排放量，具体计算结果见表 14.3-1。

表14.3-1　燃烧各种燃料二氧化硫排放情况对比

燃料名称	替代量	二氧化硫（×10^4t/a）		氮氧化物（以 NO_2 计）（×10^4t/a）	
		排放量	削减量	排放量	削减量
天然气	250×10^8m³/a	0.26	/	15.59	/
油	2500×10^4t/a	25.00	24.74	28.86	13.27
煤炭	4655×10^4t/a	39.57	39.31	34.45	18.86

注：1、根据燃料油标准(GB/T387)，燃料油的硫含量≤0.5%；煤的硫含量按照全国统计数据，其硫含量平均值为 1.01%。根据国家发改委的数据，工业锅炉每燃烧 1t 标准煤产生二氧化硫 8.5kg，氮氧化物 7.4kg。

2、根据国家统计局全国主要能源折算标准表，原煤热值按 5000 大卡/公斤计算，天然气热值按 9310 大卡/立方米计算，燃料油热值按柴油热值 9310 大卡/公斤计算。

1） 由上表可知，本工程投运后，用天然气替代燃油和煤炭可减少 SO_2 排放量 24.74×10^4t/a 和 39.31×10^4t/a，减少 NO_2 排放量 13.27×10^4t/a 和 18.86×10^4t/a。可见，工程建成对于加速利用天然气资源，减少污染物排放，具有巨大的环境效益。

2） 天然气的利用可以节省污染物处理费用。以 SO_2 处理为例，据统计，处理 SO_2 所需费用为 1.0 元/kg，当用气量达到 250×10^8m^3/a 时，每年可节约 SO_2 治理费约为 24740 万元～39310 万元。

3） 天然气的利用可以降低由环境空气污染引起的疾病，进而减少治疗疾病所花的医疗费及误工费。

4） 通过采取相应的生态恢复和污染治理措施，能够减轻管道建设对沿线区域环境的扰动，同时新增水土流失得到有效控制，周边环境质量不仅不会降低，还会有所改善。

本项目的建设不仅减少了环境空气污染物的排放量，改善了环境空气质量，也节省了二氧化硫处理费。由此可见，天然气这种清洁能源的环境效益是十分明显的。

14.3.2.2 减少运输带来的环境污染

管道输送是一种安全、稳定、高效、清洁的运送方式。由于天然气采用管道密闭输送，运输中不会对环境造成污染。而利用煤炭或者石油，需要车船运输，运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘。因此，利用天然气避免了运输对环境的污染问题，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

14.4 小结

经上述分析可知，本工程的实施将造成直接环境经济损失约 4765.84×10^4元。

本工程实施后，可以输送天然气 250×10^8m^3/a。天然气总计可替代燃煤约 4655×10^4t/a，燃油 2500×10^4t/a。因此，燃烧天然气与燃烧油和煤相比，污染物 SO_2 排放量分别减少 24.74×10^4t/a 和 39.31×10^4t/a，减少 NO_2 排放量 13.27×10^4t/a 和 18.86×10^4t/a，可极大地改善地区的环境空气质

量，减少慢性气管炎、肺心病等疾病的发病率，以及减少由此发生的医疗费支出，此外，用管道输送天然气还可减少运输带来的环境污染。

由此可见，本工程实施后所带来的经济效益、社会效益和环境效益，比本工程施工中所造成的直接环境、经济损失要大得多。因此，本工程实施后所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的。

15 环境管理与环境监测计划

本管道工程对环境的影响主要来自施工期的各种作业活动和运行期的风险事故。无论是施工期的各种作业活动还是运行期的事故，都将会给生态环境带来较大的影响或灾难。为最大限度地减轻施工作业对生态环境的影响，减少事故的发生，确保管道安全运行，建立科学有效的环境管理体制，落实各项环保和安全措施显得尤为重要。

15.1 环境保护机构

拟建工程的川渝段由国家管网集团西南管道有限责任公司运行管理，湖北段由国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司运行管理。

为做好环境管理工作，应在公司内部设置环境管理机构，建立HSE管理体系，成立HSE管理委员会，负责监督和管理川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)施工期与运行期的环境保护措施的制定、落实及环境工程的施工监督、检查与验收，负责运行期的环境监测、事故防范和环境保护管理。

HSE管理委员会由公司经理、主管HSE副经理、HSE专职人员和各主要部门负责人组成。公司经理主要负责制定环境方针和环境目标，为环境管理方案的执行提供必要的支持和物质保障等；主管HSE工作的副经理，在环境管理中代表项目经理行使职权，监督体系的建立和实施等；公司HSE人员，负责监督HSE相关标准的贯彻实施，确保所有有关HSE方面的要求能正确、完全地执行等。

HSE管理办公室的主要职责是：

1） 贯彻执行国家和地方环境保护方面的方针、政策及法律、法规；

2） 组织制定本企业的环境保护规章制度和标准，并督促检查执行；

3） 负责体系建立和实施过程中的监督、协调、人员培训和文件管理等工作；

4） 明确各部门在环境管理工作中应负的职责；

5） 制定污染控制及改善环境质量的计划；

6） 负责有关环保文件、技术资料的收集建档；

7） 负责各种应急预案和环境管理及监测计划的制定和校审工作,并

负责事故的应急处理和善后事宜。

15.2 环境管理

环境管理的内容包括：项目在建设期和运营期必须遵守国家、地方有关环境保护的法律、法规和标准，制定和调整项目环境保护目标，接受地方环境保护主管部门的监督，协调与有关部门的关系，以及一切与改善环境及保护环境有关的管理活动。其总的指导原则为：

1） 项目的建设应得到充分的环保论证，使项目实施后对当地环境质量的影响最小，尽可能地避免或减少工程建设和运行中对环境带来的不利影响。当这种影响不可避免时，应采取相应的技术经济上可行的工程措施加以减缓，这些措施应与主体工程同时施工。

2） 项目不利环境影响的防治工作应由一系列的具体措施和环境管理计划组成，这些措施和计划用来消除或减少工程施工和运行期间的有害于环境的影响，使其对环境造成的影响程度达到可以被接受的水平。

3） 环境保护措施应包括施工期和运行期的保护措施，并对常规情况和突发情况分别提出不同的环境保护措施和挽回不利影响的方法。

4） 环境管理计划应制定出机构上的安排，各岗位的职责，以及执行各种防治措施的程序、实施进度、监测内容和报告程序等内容。

15.2.1 施工期环境管理

本管道工程的施工期是对生态环境影响最大的时期，为确保各项环保措施的落实，最大限度地减轻施工作业对环境的影响，建立施工期 HSE 环境管理体系、引入环境监理、监督机制尤为重要。

15.2.1.1 建立施工期环境管理体系

本工程的川渝段由国家管网集团西南管道有限责任公司运行管理，湖北段由国家石油天然气管网集团有限公司西气东输分公司运行管理，工程沿线社会依托较差，鉴于工程的重要性及其特殊性，必须设立专业的管理人员、管道抢修队伍进行管道和站场设备的生产管理和维护、抢修，以确保管道安全运行。

15.2.1.2 施工期环境管理的主要职责

1） HSE 机构在施工期环境管理上的主要职责

（1） 贯彻执行国家环境保护的方针、政策和法律、法规；

(2) 负责制定本工程施工作业的环境保护规定，根据施工中各工种的作业特点，分别制定各工种的环境保护方案，制定发生事故的应急计划；

(3) 负责组织施工期间的环境监理，审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用；

(4) 监督检查保护生态环境和防止污染设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

(5) 监督施工期各项环保措施的落实及环保措施的落实情况；

(6) 负责协调与沿线各地、市环保、水利、土地等部门的关系；

(7) 负责调查处理工程建设中的环境破坏和污染事故；

(8) 组织开展工程建设期间的环境保护的宣传教育与培训工作。

2) 强化施工前的 HSE 培训

在施工作业前必须对全体施工人员进行 HSE 培训，以提高施工人员的环保知识、环保意识和处理跟环境有关的突发事件的能力。培训内容包括：

(1) 国家和地方有关环境方面的法律、法规和标准；

(2) 施工段的主要环境保护目标和要求；

(3) 认识遵守有关环境管理规定的重要性，以及违反规定带来的后果的严重性；

(4) 保护动植物、地下水及地表水水源的方法；

(5) 收集、处理固体废物的方法；

(6) 管理、存放及处理危险物品的方法；

(7) 对施工作业中发现的文物古迹的处理方法等。

3) 加强施工承包方的管理

施工承包方是施工作业的直接参与者，他们的管理水平好坏将直接关系到环境管理的好坏，为此，在施工单位的选择与管理上应提出如下要求：

(1) 在技术装备、人员素质等同的条件下，选择环境管理水平高、环保业绩好的承包方。施工期对环境的破坏程度与施工承包方的素质和管理水平有直接的关系，因此在工程招标过程中，对施工承包方的选择，除要考虑实力、人员素质和技术装备外，还要考虑其 HSE 的业绩，优先选择那些 HSE 管理水平高、环保业绩好的队伍。

(2) 在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保护

条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、生态保护及水土保持措施等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一。

(3)　施工承包方应按要求，建立相应的HSE管理机构，明确管理人员及其相应的职责等。在施工作业前，应编制详细的环境管理方案，连同施工计划一起呈报公司HSE部门及其它相关环保部门，批准后方可开工。

环境管理方案应包括以下措施：

——减少施工扬尘、粉尘、施工机械及车辆废气排放等大气污染防治措施；

——降低施工机械及车辆噪声、施工噪声，以及在噪声敏感区设置隔声设施等防治噪声污染的措施；

——减少施工废水、生活污水排放，并加以妥善处理，防止污染地表水环境的措施，在地表水源保护区施工时必须采取有针对性地保护措施；

——施工废渣、生活垃圾等处理处置措施；

——限定施工活动范围、减少施工作业对土壤和植被的扰动和破坏、保护动植物等生态保护措施；

——敏感目标段作业时的风险防范措施和应急预案；

(4)　施工单位要严格执行施工前的HSE培训考核制度，施工人员必须经过相关部门的环保知识的宣传、教育和培训考核之后，成绩合格者方能进行施工，施工时要做到文明施工，环保施工。

(5)　施工单位要严格执行施工期的各项环保规定，落实各项环保措施，按要求选择适宜的施工时间、尽量缩少施工范围、废渣和垃圾集中堆放、泥浆和废土等按规定进行处置、施工结束后做到工完料净、按规定对土地进行恢复。

(6)　为加强管理施工单位作业范围，明确施工人员作业区域，应在施工作业带两侧树立明显标志，严禁跨区域施工。

(7)　建设单位的环境监管人员应随时对施工现场的环保设施、作业环境，以及环保措施的落实执行情况进行认真的检查，并做好记录。

(8)　对施工中出现的与环保有关的问题进行及时的协调和解决。

(9)　施工单位应根据当地环境合理选择布设施工营地，制定施工营地管理条例，条例中应包括对人员活动范围、生活垃圾及其它废物的管理。

对施工承包的 HSE 管理程序见图 15.2-1。

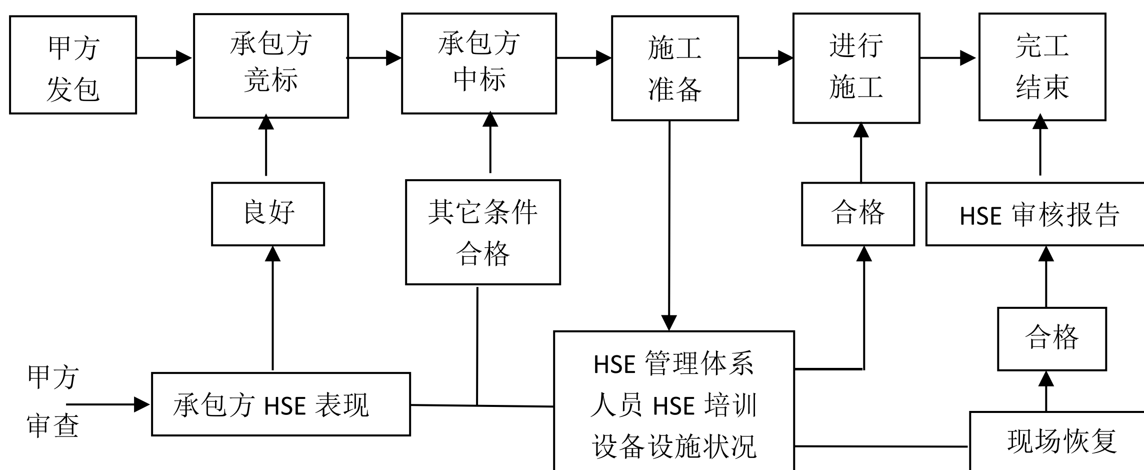


图 15.2-1　对承包方 HSE 管理程序

4)　做好环境恢复的管理工作

工程建设不可避免地会对环境造成破坏，因此必须做好工程完成后的环境恢复工作。目前的生态恢复措施随机性很大，完全取决于参与者的专业技术水平和偏好，因此，除要求施工单位按规定实施生态恢复外，还应聘请专业的生态专家来指导生态恢复工作，或配置专门的技术监理人员监督检查生态恢复质量。

15.2.2　运行期环境管理

15.2.2.1　运行期环境管理机构的设置

在项目运营期，应建立和运行公司 HSE 管理体系，在企业管理部门设置环境管理机构，配备 2～3 名环境管理工程师，设环保专兼职人员，负责具体的环境监督管理。

环境管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本企业的环保工作，其主要职责如下：

1)　贯彻执行国家环境保护的方针、政策、法律和法规；

2)　组织制订企业的环境保护规章制度和标准并督促检查执行根据企业特点，制定污染控制及改善环境质量计划；

3)　负责组织环境监测、事故防范以及外部协调工作，负责组织突发事故的应急处理和善后事宜；

4） 组织开展环境保护的科研、宣传教育和技术培训工作；

5） 监督“三同时”规定的执行情况，确保环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时运行，有效控制污染；

6） 检查本单位环境保护设施的运行。

15.2.2.2 运行期环境管理计划

运行期的环境管理包括日常环境管理及事故情况下的环境管理两方面的内容。

1） 日常环境管理

(1） 建立环保指标考核管理制度，并严格落实各项管理制度，定期对相关部门进行考核，以推动环保工作的开展；

(2） 定期进行环保工作检查，及时发现问题、处理问题，确保环保设施的正常运转，保证达标排放；

(3） 对专、兼职环境管理人员进行环保业务知识的培训，并在全公司范围内进行环保知识的宣传和教育，树立全员的环保意识；

(4） 定期组织召开环保工作例会，针对生产中存在的环环保问题进行讨论，制定处理措施和改进方案，并报上级主管部门；

(5） 制定日常环境监测计划、事故时环境监测计划，以及对重大环境因素的监测计划和方案，以便及时掌握环境状况的第一手资料，促进环境管理的深入和污染治理的落实，消除发生污染事故的隐患；

(6） 建立环境管理台账，制定重大环境因素的整改方案和计划检，并查其落实情况；建立环保设备台帐，制定主要环保设备的操作规程及安排专门操作人员，建立重点处理设备的“环保运行记录”等；

(7） 协助有关环保部门进行环境保护设施的竣工验收工作；

(8） 主管环保人员应参加生产调度和管理工作会议，针对生产运行中存在的环境污染问题，向公司领导和生产部门提出建议和技术处理措施；

(9） 制定各种可能发生的环境事故的应急计划，定期进行演练。

2） 事故环境管理

在管道运行期，环境管理除抓好日常站场各项环保设施的运行和维护等工作外，工作重点应针对管线破裂、站场着火等重大事故的预防和处理上。重大环境污染事故不同于一般的环境污染，它没有固定的排放方式和

途径，具有发生突然、危害严重、污染影响长远且难于完全消除等特点。为此，必须制定相应的事故预防措施、应急措施以及恢复补偿措施等。

(1)　对事故隐患进行监护

对污染事故隐患进行监护，掌握事故隐患的发展状态，积极采取有效措施，防止事故发生。根据国内外管线事故统计与分析，管道运行风险主要来自第三方破坏、管道腐蚀及误操作。对以上已确认的重大事故隐患，应本着治理与监护运行的原则进行处理。在目前技术、财力等方面能够解决的，要通过技术改造或治理，尽快消除事故隐患，防止事故发生；对目前消除事故隐患有困难的，应从管理和技术两方面对其采取严格的现场监护措施，在管理上要加强制度的落实，严格执行操作规程，加强巡回检查和制定事故预案。

(2)　强化专业人员培训和建立安全信息数据库

有计划、分期分批对环保人员进行培训，聘请专家讲课，收看国内外事故录像和资料，吸收这些事件中预防措施和救援方案的制定经验，学习借鉴此类事故发生后的救助方案。平时要经常进行人员训练和实践演习，锻炼指挥队伍，以提高他们对事故的防范和处理能力。建立安全信息数据库或信息软件，使安全工程技术人员及时查询所需的安全信息数据，用于日常管理和事故处置工作。

(3)　事故应急管理

除应在方案选择、工程设计、生产运营中采取工程技术和管理防范措施外，还制定各类环保事故，以及其他事故引发的二次污染事故的应急预案、编制应急响应计划、建立应急机构，并定期组织员工对事故预案进行演练，以提高员工应急处理事故的能力，努力将环境风险降到最小。

——应急机构和职责

企业应建立以总经理或副总经理为总指挥的应急中心。应急中心主要职责：组织制定本企业预防灾害事故的管理制度的技术措施，制定灾害事故应急救援预案；组织本企业开展灾害事故预防和应急救援的培训和演练；组织本企业的灾害事故自救和协调社会救援工作。应急中心应设值班人员，负责联络通知应急指挥人员及应急反应人员。

应急中心应下设若干应急反应专业部门，负责完成各自专业救援工作；

安全管理部门负责组织制定预防灾害事故的管理制度和技术措施，编制应急救援计划方案，组织灾害事故预防和应急救援教育和演练，组织实施企业灾害事故的自救与社会应急救援，组织对灾害的现场监测和环境监测，测定事故的危害区域，预测事故危害程度，指导控制污染措施的实施事故现场善后污染清除等；工业卫生、医疗部门负责组织事故现场防毒和医疗救护，测定事故毒物对工作人员危害程度，指导现场人员救护和防护等；专业消防队负责组织控制危害源、营救受害人员和洗消工作等；信息部门负责组织应急通讯队伍，保证救援通讯的畅通等；物资部门负责保障供应救援设施、器具，物资运输，撤离和运送受伤人员等；保卫部门负责组织快速应急救援队伍，协助公安和消防部门营救受害人员和治安保卫及撤离任务；维修部门负责善后机电仪器设备及建筑物的抢修任务。

——应急计划的实施

当发生火灾事故时，事故发生单位应迅速准确地向企业应急中心报警，同时组织专兼职人员开展自救，采取措施控制危害源，以确保初期灾害的扑救，不延误时间、不扩大事故、不失掉救援良机；企业应急中心接报后，迅速启动应急反应计划，通知联络有关应急反应人员，启动应急指挥系统，对事故进行分析、判断和决策，确定应急对策和事故预案，联络各应急反应专业部门和队伍赴现场各司其职，实施救援计划。如需实施社会救援，应及时向社会救援中心报告，由社会救援中心派专业队伍参战。

——应急状态的终止和善后处理

由应急中心根据现场指挥部和事故应急专家委员会意见决定，并发布应急状的终止。事故现场及受其影响区域应采取有效的善后措施，包括清理现场、清除污染、恢复生产等现场工作；对事故中受伤人员的医治；事故损失的计算，事故原因分析和防止事故再发生的防范措施等；总结经验。

15.3 环境监理

生态环境部在对近几年的长输管道报告书的批复中明确要求：开展项目工程环境监理工作。本工程作为重要的长输管道，需按照要求开展环境监理工作。

工程建设单位和当地环保部门负责不定期的对施工单位和施工场地、施工行为进行检查，考核监理计划的执行情况及环保措施、水保措施与各

项环保要求的落实，并对施工期环境监理进行业务指导。

环境监理人员应代表业主进行日常工程环境监理审核，编制各类监控报告，并将突发性环境问题及时报告业主的环保主管部门以及国家和地方环保主管部门。

1） 环境监理人员应具备的条件

（1） 环境监理人员必须具备大学本科及以上学历和必要的环境保护专业知识；

（2） 熟悉国家环境保护方面的法律、法规、政策和标准，了解当地环保部门的要求和环境标准；

（3） 接受过HSE的专门培训，有较长的从事环保工作的经历；

（4） 具有一定的场站及油气管道建设的现场施工经验。

2） 环境监理人员的责任

（1） 监督施工现场“环境管理方案”的落实情况；

（2） 对施工期环境监测计划的执行进行监督；

（3） 及时向HSE主管部门汇报施工环境现状，并根据发现的问题提出合理化建议及改进方案；

（4） 制止一切违反环境保护法律、法规，且对环境造成污染的行为；

（5） 解决一些现场突发的环境问题。

3） 环境监理工作程序

环境监理是业主和承包商之外的独立的第三方，它严格按照合同条款和相关法律、法规，公正、独立地开展工作。环境监理工程师是工程监理的重要组成部分，它既与工程监理有联系，又具有特殊性和相对独立性。环境监理的书面指令通过工程监理下达，以保证命令依据的唯一性。

4） 环境监理工作开展的方式

（1） 监理人员要定期对施工现场进行巡检，重点环境敏感地区，如沿线近距离的水源保护区、自然保护区(具体见1.5节)等地区，每周至少检查1次～2次。对存在重大环境问题的施工区域要进行跟踪检查，并详细客观(以文字及现场照相或摄像的形式)地记录检查情况；

（2） 对检查中发现的问题，以口头通知或下发环境整改通知书的形式督促施工单位进行整改；

(3) 在环境敏感区域内若发生环境污染事故，应要求承包商进行监测，并提供监测数据，必要时，建议聘请专业人员进行监测，依据监测结果，对存在的环境问题及时要求承包商治理；

(4) 要求承包商限期解决的重大环境问题，承包商拒绝或限期满仍未解决时，在与业主协商后，向承包商发出“环境行动通知”，由业主聘请合格人员实施环境行动；

(5) 督促承包商编报环境工作月报，并审阅承包商环境月报，对承包商的环境管理工作进行评价，并提出改进意见；

(6) 听取工程附近居民及有关人员的意见，及时了解公众对环境问题的看法，提出解决的建议，并向有关方面做出汇报。

4) 环境监理的主要内容及工作重点

(1) 环境监理的主要内容

环境监理工程师应按照业主的委托，按照施工期工程环境监理方案和工作重点开展工作，确保管道施工、站场施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施的执行情况，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

(2) 工作重点

拟建工程环境监理的重点应放在自然保护区、地质公园、水源保护区、水产种质资源保护区等 1.5 节中所列的各类环境保护目标附近施工时的监理，确保施工期的一切活动都符合环保的要求，并监督敏感区的环保措施的落实情况。施工期环境监理方案及重点监控内容见表 15.3-1。

表 15.3-1　施工期环境监理方案和重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目　的
水产种质保护区，具体见表 1.5-1。	1 施工前是否与保护区管理部门联系，了解施工区段内河道中各种保护物种最近的分布情况和生理周期，按照主管部门要求制定合理的施工顺序；是否缩小施工作业带宽度，施工期选择在枯水季节； 2 施工营地是否远离水体，施工人员的生活污水、生活垃圾和粪便是否集中收集后，运出保护区处理,禁止在保护区内尤其是水体边存放油品； 3 焊接过程产生的焊渣是否统一收集带出保护区集中处理，不许丢弃在现场，防腐补口废料是否统一收集带走，不许丢弃在现场； 4 管道试压水不得在保护区范围内排放，在保护区外排放也不得选择在保护区内河流的上游河段排放，需经处理达标后排入指定的地点(需经当地环保部门认可)。	减少对自然生态的扰动和破坏，保护自然景观，保护珍稀植物和动物
自然保护区，森林公园、湿地公园，具体见表 1.5-1。	1 合理选择施工宽度，是否有超越施工带宽度施工的现象；是否设置隔离措施；作业设备是否溢油； 2 管沟开挖现场是否执行了“分层开挖、分层堆放、分层回填”的操作制度； 3 施工清表之前是否提前确定的作业区内的珍稀植被；对可移栽的保护植物是否进行移栽； 4 保护区内是否设置临时施工营地和施工场地； 5 保护区内湿地段施工是否严格按照要求进行地表清理、平整，保证湿地水流通畅； 6 监督管理生态恢复重建工作。	减少对自然生态的扰动和破坏，保护自然景观、保护珍稀植物和动物
集中式饮用水水源、分散式饮用水源地等，具体见表 1.5-3、表 1.5-4。	管线穿越水源地保护区时，为保护水体不受污染，除执行上面监理内容的同时，还应特别注意： 1 施工场地附近是否建有施工营地； 2 施工场地是否建有旱厕； 3 建筑材料堆放是否整齐，机械设备是否有漏油现象； 4 施工场地是否有污水排放； 5 施工产生的工业垃圾是否分类挖坑堆放； 6 管道穿越段使用的钢材、防腐材料是否符合环评要求，检测是否符合相关标准。	防止水体污染

续表 15.3-1　施工期环境监理方案和重点监控内容

重点点段	重点监理内容	目 的
管道两侧 200m 范围内的居民点	1 每天 21 点至次日凌晨 5 点是否按要求禁止高噪声设备作业,是否存在噪声扰民的现象,是否有居民投诉； 2 施工路段、灰土拌和场地、运输便道等是否定时洒水； 3 粉状材料堆放时是否设蓬盖； 4 施工现场是否设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围； 5 汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料是是否加盖蓬布、是否控制车速，防止物料洒落和产生扬尘； 6 卸车时是否尽量减少落差，减少扬尘； 7 大风时，是否避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施； 8 运输路线是否尽可能地避开村庄，施工便道是否进行夯实硬化处理，以减少扬尘的起尘量； 9 各类推土施工是否做到随土随压、随夯，减少水土流失； 10 对推过的土地是否做到及时整理，是否有植被恢复或绿化措施； 11 以柴油为燃料的施工机械是否存在超负荷工作的现象； 12 施工中是否有随意抛弃建筑废料、残土和其他杂物的现象； 13 产生的垃圾是否集中收集，是否运至地方环保部门指定地点安全处置； 14 调查拆迁居民意见以及拆迁政策落实、执行情况。	防止噪声影响居民，防止施工扬尘对居民产生影响，减少居民损失，保护居民正当权益。
沿线基本农田	1 临时用地植被恢复和耕地复垦等措施的执行情况； 2 管道开挖作业时，对挖出的土壤是否按“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则进行； 3 回填后多余的土是否平铺在田间或作为田埂、渠埂，是否有随意丢弃的现象； 4 临时弃土堆放场选址是否合理，是否采取了有效的水土保持措施； 5 施工带宽度选择是否合理，是否有超越施工带施工作业的现象； 6 施工期是否避开农作物的生长季节。	减少对土壤扰动、理化性质、农业生产的影响，恢复植被，防止水土流失。
施工便道施工段	1 施工季节选择是否合理； 2 施工产生的弃土石方是否合理处置； 3 是否做好防止暴雨、泥石流冲刷的危害应对措施。 4 施工方案是否可行，是否能够有助于减免地质性灾害发生和由施工产生的其他不利影响。	防止水土流失，保护周边野生动、植物

15.4 环境监测

15.4.1 施工期环境监测

施工期的环境监测主要是对作业场所的控制监测，主要监测对象有土壤、植被、施工作业废气、废水和噪声等。对作业场所的控制监测可视当地具体情况、当地环保部门要求等情况而定，诸如：在人群密集区施工可进行适当噪声监测，在重要河流穿越施工时进行水质监测等；对事故监测可根据事故性质、事故影响的大小等，视具体情况监测气、土壤、水等；生态环境监测主要监测内容为项目建设所涉及的生态环境要素、生态环境问题、生态环保措施的落实情况。具体施工期环境监控计划见表 15.4-1。

表 15.4-1 施工期环境监测、监控计划

序号	监测项目	主要技术要求	报告制度	实施单位	监督机构
1	施工现场清理	1.监控项目：施工结束后，施工现场的弃土、石、渣等和生态环境恢复情况。 2.监测频率：施工结束后 1 次。 3.监测点：各施工区、段。	报公司 HSE 部门和各地环保部门	环境监理单位、工程监理单位、建设单位等	当地环保部门
2	植被	1.监测项目：植被类型，草群高度、盖度、生物量。 2.监测频率：建设后 1 次。 3.监测点：重点为沿线的生态敏感区和生态脆弱区。	同上	同上	同上
3	植被恢复	1.监测项目：植被恢复和建设等生态环保措施落实情况， 2.监测频率：1 次。 3.监测地点：沿线穿越的自然保护区、占用生态保护红线的林地、地质公园等区域。	同上	同上	同上
4	地表水	监测时间及频率：施工期间一次、施工结束后一次(石羊河)。 监测地点：沿线III类以上水体功能的河流穿越处。 监测内容：COD、SS、石油类、NH_3-N。	同上	同上	同上
5	施工噪声	监测点：居民密集区施工场界噪声、生态环境敏感区。 监测频率：施工中视情况而定。 监测点：近距离居民点段(敏感目标中列出的声环境敏感点地段)。	同上	同上	同上
6	事故性监测	根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况监测气、水等。	同上	同上	同上

15.4.2 运行期环境监测

1）　环境监测工作组织

针对本工程环境污染的特点，运行期可不必自设环境监测机构，需要进行的环境监测任务可委托当地环境监测站进行。环境监测应按国家和地方的环保要求进行，采用国家规定的标准监测方法，并按照规定，定期向公司 HSE 部和有关环境保护主管部门上报监测结果。

2）　监测计划

根据工程运行期的环境污染特点，环境监测主要包括对站场排污的定期监测及事故监测，具体见表 15.4-2。

表 15.4-2　运行期环境监测计划

序号	监测对象	监测点位	监测因子	监测频率	控制目标
1	生活污水	生活污水处理设施出口	石油类、SS、COD、氨氮等	1 次/年	达标
2	噪声	各站场站界	等效连续 A 声级	2 次/年	达标
3	耕地	管道穿越的农田区域	耕地	调查	覆土还耕
4	植被	项目实施区	植被类型，草群高度、盖度	不定期调查了解	生境不变
5	生态	生态环境敏感区作业带	生物群落、物种	连续三年	与周边环境一致
6	生态	管道穿越石羊河湿地公园外占地范围	植被	运行后前 3 年，1 次/年	与周边植被盖度一致
7	事故监测	事故地段	甲烷、一氧化碳、二氧化氮等	立即进行	及时提供数据

生态调查主要是对管道沿线的植被恢复情况进行调查和统计，以便能及时采取一些补救措施。

事故监测要根据发生事故的类型、事故的影响大小及周围的环境情况等，视具体情况进行大气监测，同时对事故发生的原因、天然气泄漏量、污染的程度以及采取的处理措施、处理效果等进行统计、建档，并及时上报有关环保主管部门。

16 评价结论及建议

16.1 评价结论

16.1.1 工程概况

川气东送二线天然气管道工程川渝鄂段(二阶段)包括 1 条干线、4 条支干线，总长 1155.56km。工程干线起点为重庆市铜梁合川界，终点为湖北省潜江市。沿途经过重庆、湖北 3 个省(市)18 县(市、区)。支线工程由 4 条支干线支线组成，线路分布于 2 省(市)12 县(区)。在忠县-潜江段，总体与川气东送一线并行敷设。4 条支干线管道包括大英-安岳-铜梁支干线，为资源注入管道；牟家坪、老翁场储气库支干线，黄草峡储气库支干线，铜锣峡储气库支干线 3 条储气库联络线，分别分布于四川省宜宾市、泸州市、自贡市、遂宁市、资阳市，重庆潼南区、铜梁区、渝北区、长寿区，总长 294.7km。全线共设 14 座站场，其中干线 6 座站场，支干线 8 座。

16.1.2 环境敏感区情况

本工程管道共穿越 25 处环境敏感区（不含生态保护红线），包括 18 处生态敏感目标，地表水水源保护区 5 处，地下水水源保护区 2 处，其中生态保护红线穿越涉及四川、重庆市和湖北省 16 个市县区。

其中穿越自然保护区 6 处，包括长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、金刀峡自然保护区、小三峡自然保护区、大口鲶县级自然保护区、大风堡自然保护区、长江湖北宜昌中化鲟自然保护区。

穿越湿地公园 3 处，包括重庆市合川区三江湿地公园分区、枝江玛瑙河省级湿地公园、环荆州古城湿地公园。

穿越风景名胜区 3 处，包括重庆长寿湖风景名胜区、重庆合川区缙云山国家级风景名胜区、甘井沟风景名胜区。

穿过 2 处水产种质资源保护区，包括遂宁市安居区琼江翘嘴红鲌省级水产种质资源保护区、嘉陵江合川段国家级水产种质资源保护区。

穿越 4 处森林公园，包括重庆市合川区九峰山森林公园、南天门森林公园、黄水国家森林公园、清江国家森林自然公园。

穿越 7 处饮用水源保护区，包括合川区草街街道嘉陵江草街拓展区水厂水源地、利川市团堡镇麻沙河水源地、喻家河水库饮用水水源保护区、

善溪冲水源保护区、纪南水厂引江济汉渠饮用水水源保护区、合川区清平镇黄金村水源地保护区、恩施市崔家坝镇蛇皮洞水源地保护区。

16.1.3　路由评价

本工程管道沿线地形条件极为复杂，线路工程难度大。本工程选线过程中，充分考虑了沿线城市发展规划和自然保护区、水源保护区、风景名胜区、湿地公园、森林公园等敏感区对本工程的制约条件，同时坚持以线路走向与地方规划建设相协调为重点，以管道和沿线地方安全为根本，并从处理好水土保持、环境保护与管道建设的关系为出发点，统筹规划了工程的线路路由走向。

初步设计工作开展过程中，工程沿线局部区段依托条件和社会环境现状发生变化，有些地方政府部门也提出了新的要求，故有必要对管道线路方案进行调整以满足地方城市发展方向和政府部门的要求。在总体维持原有线路方案的基础上，设计单位在局部线路调整方案确定过程中充分考虑了工程对环境的影响因素，尽可能选择避绕环境敏感区方案，对于无法避让的敏感目标，则从环境敏感目标自身的敏感性角度分析、通过隧道、定向钻等优化的施工方式，并采取相关保护措施，以保证工程对环境敏感目标的影响降至最低。另外，各调整站场的选址均是在与当地的规划部门进行了多次现场踏勘调整和反复协商的基础上确定的。

经过设计单位的调研及选线，最终工程路由避绕了 10 处环境敏感区后，全线共涉及 25 处环境敏感区。

管线路由和站场设置兼顾了各地城市总体发展规划和土地利用规划的需要，管线路由和占地总体上符合沿线城市发展规划和土地利用规划，符合各省“三线一单”管控要求。管道路由大部分已得到沿线各地方规划部门的批复，变更管道选址选线基本合理。

16.1.4　工程分析

本管道工程建设对环境的影响分为施工期和运行期两种情况。施工期对环境的影响主要表现为各种施工活动对环境的影响，运行期的影响主要是各站场正常运行及事故状态下对环境的影响。

从管道施工过程可以看出，施工期对环境的影响主要来自施工带清理、管沟开挖、隧道钻爆施工、施工便道建设等施工活动中施工机械、车辆、

人员践踏等对土壤的扰动和植被的破坏；工程占地对土地利用类型以及对农林牧业生产的影响；河流、沟渠等穿越对地表水体质量和水体使用功能的影响；施工扰动土壤可能引起的水土流失影响等。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、管道试压产生的废水等也将对环境产生一定的影响。

运行期环境影响可以从正常运行和事故状态两种工况进行分析。正常运行期间，本管道工程全线采用密闭输送工艺，因此，对环境的影响主要来自沿线各工艺站场的排污。

16.1.5　生态环境影响评价结论

1）　生态现状和保护目标

根据《全国生态功能区划》(修编版，2015)，根据《全国生态功能区划》(修编版，2015)，管线所经过的地区分属于 I-02-13 鄂西南生物多样性保护功能区、I-03-07 三峡库区土壤保持功能区、I-03-08 渝东南山区土壤保持功能区、II-01-19 江汉平原农产品提供功能区、II-01-30 四川盆地农产品提供功能区、II-02-05 川东丘陵林产品提供功能区。

新建管线工程自西向东四川盆地农产品提供功能区、川东丘陵林产品提供功能区、渝东南山区土壤保持功能区、鄂西南生物多样性保护功能区、三峡库区土壤保持功能区、江汉平原农产品提供功能区共 6 个生态功能区。

工程评价范围内的农业栽培植被主要水稻、玉米、番薯和大豆等；管道沿线所经林地以天然次生林和人工林为主，主要树种包括马尾松林、柳杉林和杨树、榆树和栾树；野生灌草主要有牡荆、葛、火棘、杂类草草甸等。

沿途植物调查共发现有 353 种植物，分属 104 科，259 属。最常见的是菊科(32 种)、蔷薇科(24 种)及禾本科(18 种)植物。

2）　环境影响预测及拟采取的保护措施

1）　生态环境影响分析

工程永久占地主要为站场、线路截断阀室、标志桩、加密桩、警示牌、渣场等；临时占地主要为管道施工作业带、堆管场地、施工便道等。

工程建设后，生物量总计将减少 2054.07t，占扰动范围内总生物量的 3.57%，对自然体系生产能力影响较小，自然体系基本可以恢复稳定状态。

管沟开挖、建设施工便道等过程将会在一定程度上破坏野生动物栖息的生境，影响它们的正常取食活动，但由于野生动物迁移能力较强，它们在受到干扰后，能迁移到周边相对较好的生境。

顶管、定向钻、盾构等施工方式基本不会对水生生物造成影响；直接开挖方式穿越河流会暂时性阻断河流，增加水质的混浊度，影响水生生物的生存环境；水质遭到污染、饵料生物量的减少等生境条件遭到破坏，将会对鱼类的种群结构和数量产生一定影响。

工程施工对土壤质量的影响主要为扰乱土壤耕作层、破坏土壤结构，混合土壤层次、改变土壤质地，影响土壤养分，影响土壤紧实度以及各种废弃物的污染影响。

工程山体隧道和河流隧道穿越设置 90 处弃渣场，对周围环境的主要影响是占用土地，改变原土地利用性质。弃渣场在施工结束后进行植被恢复。

2) 生态保护与恢复措施

加大生态环境保护宣传力度，加强施工期环境管理，强化施工人员环保意识，规范施工，做好施工组织安排工作，严格遵守操作规程。针对各生态分区具体情况，采取针对性措施。

对于重点保护野生植物，较小植株进行移植，较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避绕。严禁捕猎各类野生动物及捡拾鸟蛋，发现野生动物繁殖地，应尽量避开，不得干扰和破坏野生动物的栖息、活动场所。禁止施工人员对野生动物进行恐吓、惊扰和猎杀，应避开鸟类孵化期。避免施工噪声和夜间照明对野生动物栖息的影响。

管道沿线以农业植被为主，植被恢复措施中以农田复垦措施为主，在穿越林地、园地等区段选择合适树种、灌草种类进行植被恢复。

施工结束后，对施工便道进行平整，采用灌草结合的方式进行植被恢复。

穿越水域段对于大开挖方式应选择在枯水期进行，且应避开雨季；盾构、定向钻穿越要设置防渗泥浆池；规范施工人员的活动范围，划定适宜的堆料场所，严禁施工材料乱堆乱放，减少植被的破坏范围；涉水施工避开鱼类繁殖期；不得向穿越河流、附近水塘丢弃生活垃圾和施工废物。

对沿线穿越的生态敏感目标，均需征得上级主管部门的批准方可建设。

施工单位工作人员禁止捕猎任何野生动物，减少夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰。限定并尽量缩小施工作业范围，车辆按固定线路行驶。限定施工人员活动范围，严格控制施工作业区域以外的其它活动；不设施工营地，及时清理、回收生活垃圾和施工现场的工业垃圾(焊条头、砂轮、涂漆刷等)并妥善处理。以盾构、定向钻施工方式穿越敏感目标中的河流时，产生的废弃泥浆和废钻屑等严禁随意弃置或堆放在河漫滩中：产生的废弃泥浆经固化后外运至环卫部门指定的地点进行掩埋，废钻屑用于加筑堤坝和进行场地恢复。

对于穿越的生态红线区，施工营地尽量设置在生态保护红线区界外，严格控制设置施工场地和施工便道。固化泥浆应运出生态红线区异地处置。管道试压废水经收集进行沉淀处理后，按当地环保部门指定地点或指定方式进行排放，不得随意排入穿越的生态红线区内。

本工程建设要破坏一部分林地、草地和农田，使生境受到影响，因此，应给与一定的补偿。

综上所述，本工程建设将不可避免地改变评价区土地利用类型，对工程沿线自然植被、野生动植物、土壤环境、水生生态产生一定的不利影响，但工程建设产生的不利影响在采取路由优化、“三废”治理、生态保护、生态恢复、生态补偿等一系列措施后可以得到有效缓解。从生态保护角度分析，项目建设具备可行性。

16.1.6　地表水环境影响评价结论

1)　质量现状和保护目标

本工程经过四川省、重庆市和湖北省等 3 个省，线路经过区域的地表水体主要属于长江水系。

执行Ⅲ类水质标准的河流水体中，各河流均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅲ类水质要求。

本工程共穿越 5 处地表水水源保护区，沿线隧道渣场设置在水源保护区外。

2)　环境影响分析和保护措施

(1)　对水源保护区的影响

对水源保护区的可能产生影响主要施工期的人员和车辆产生污染排放

可能进入水体，从而导致影响水源保护区。

水源保护区的环境保护措施主要为：严格施工期人员管理，禁止在施工作业带范围以外从事施工活动；禁止在水源保护区水域范围内施工；妥善收集处理施工弃渣、弃土和污废水，禁止向水体内排放一切污染物。

(2) 施工期

本工程施工期影响主要为定向钻施工产生的废弃泥浆、河流开挖泥沙以及设备清洗废水、清管试压废水、施工人员生活污水等排放对地表水环境产生的不利影响。本工程采用开挖方式穿越对洪河、丹河等的水质和河床有一定影响。隧道涌水对地表水体存在一定的影响。

施工期地表水环境保护措施主要为：合理安排施工工期，在枯水期开挖穿越中小型季节性河流或沟渠；加强施工期管理，落实水污染防治措施，严禁向水体排污；严格执行《长江保护法》，禁止非法侵占河湖水域，禁止倾倒、填埋、堆放、弃置、处理固体废物；禁止在河流堤内建立施工营地；禁止在河内清洗施工机械；定向钻泥浆池容积要考虑30%的余量，泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗处理。管道试压水采用沉淀处理后80%回用于农灌、道路洒水或选择合适的地点排放，禁止排放至具有饮用水功能的地表水体；隧道涌水经沉淀后排入附近沟渠，禁止向Ⅱ类及Ⅲ类或具有饮用功能的水体排放；施工期生活污水依托当地生活污水处理系统或移动厕所。施工期妥善收集处理各种污废水，施工结束后及时恢复河床地貌，工程建设对地表水的环境影响较小。

(3) 运行期

运行期环境影响主要为各站场的生活污水排放，本工程合建站场生活污水均托原有站内处理装置处理；新建站场新建一体化污水处理装置对生活污水进行处理。生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工标准后，全部用于绿化、洒水降尘等，不外排。

16.1.7 地下水环境影响评价结论

1) 地下水环境质量现状和保护目标

管道沿线地下水类型主要分为松散岩(土)类孔隙水、碳酸盐岩岩溶水、基岩裂隙水、碎屑岩裂隙水。

监测结果表明：参与评价的21项水质因子中，有11项监测因子(PH、氨氮、硝酸盐、总硬度、氟、Fe、Mn、溶解性总固体、硫酸盐、总大肠菌群及菌落总数)存在不同程度的超标。其中硝酸盐、总硬度和硫酸盐超标率最高，超标率分别为25.8%、14.5%和9.7%，总大肠菌群超标倍数最大，为标准值的16.33～533.33倍。

超标原因：(1)地下水中氨氮、硝酸盐因子超标主要原因可能是水质超标点位附近的居民对农田耕地长期使用化肥强度过高，作物无法完全吸收，大量的氮磷化合物进入土壤，导致地下水超标；(2)总硬度超标原因可能主要是由于部分地区地下水水位埋深较浅，在强烈日照下导致潜水蒸发作用强烈，使得钙镁离子在地下水中不断累计，最终造成地下水总硬度超标；(3)硫酸盐和总大肠菌群超标主要可能是因为附近人类活动强烈，而地下水埋深不大，居民生产生活污水与养殖家畜产生的粪便随意排放，造成地下水硫酸盐、总大肠菌群及其它个别因子超标。(4)铁、锰超标与地下水环境有关。(5)氟化物超标多是由于人类生产活动中导致的含氟化工添加剂泄漏，随着地表水入渗转移至地下水中引起的氟超标；(6)总大肠菌群与菌落总数超标主要可能是因为附近人类活动强烈，而地下水埋深不大，居民生产生活污水与养殖家畜产生的粪便随意排放，造成地下水中总大肠菌群及菌落总数超标。(7)受地层环境影响，当富含钙、镁等化合物的矿物岩石，长期在地下水的氧化还原反应和水化学作用下，地下水中溶解物较多，造成溶解性总固体超标。

地下水环境保护目标：主要为管道沿线1个穿越的水源保护区、4个近距离地下水水源保护区，近距离分布的5个地下水源地、4个地下水供水工程以及位于管道下游近距离分散水井及泉眼106处(838眼)。

2)　环境影响分析及拟采取的环保措施

地下水环境影响：在平原地区施工时，当管沟开挖深度小于地下水水位，施工活动对地下水环境影响很小。当管沟开挖深度大于地下水埋深，施工活动会对附近地下水径流产生一定影响，将会改变地下水径流方向和排泄条件，但不会阻断地下水径流。管道沿线设置的山体隧道均采用钻爆隧道，施工时将会使原有的地质结构受到破坏，隧址区可能会出现裂隙增多或新增裂隙，局部地段可能会有地下水渗出，特别是在断裂破碎带及岩

层界面处若不采取措施，可能发生涌水，使地下水水动力条件发生局部改变，短时间内造成部分地段地下水流失，对地下水影响较大。

正常工况下，由于输气管道是全封闭系统，运输的天然气不会与地下水发生联系，正常运行期对地下水环境不会造成影响。

地下水保护措施：(1)施工期地下水环境保护措施主要有：施工期加强对施工废水和生活污水的收集，生活及生产污水严禁就地排放，加强可能含油设备管理，防止泄漏，雨天对施工辅料加盖塑料薄膜防止雨水淋滤形成的污水进入地下水含水。隧道施工前应明确隧址区的地质条件，掌握隧道与保护目标的水力联系，竖井和隧道等产生的涌水经沉淀后外排放至指定区域。施工期间严格控制施工作业带的影响范围，随时关注周边地下水水源井的水位动态变化，施工对居民饮用水源产生影响时，应及时采取补救和补偿措施，对可能受到管道和隧道施工影响较大的水源井，在施工前用槽车提前准备应急水源。(2)站场运行期在固废临时堆放区、污水处理区做好防渗、防漏措施，防止污染物对地下水造成污染。站场内排污罐和危废储存区域、地埋式生活污水处理装置区域和污水管道采用重点防渗措施。

16.1.8　环境空气影响评价结论

1)　环境空气质量现状调查

工程线路经过四川、重庆、湖北三省市的宜宾市、泸州市、资阳市、重庆市区、恩施州、宜昌市、荆州市、潜江市等区域，例行监测数据显示沿线环境空气质量所在区域为不达标区。

本次评价对拟建管道沿线站场所在区域环境空气进行了监测，其中的非甲烷总烃浓度整体较低，最大浓度不超过 0.87mg/m^3。

已建站场潜江站厂界非甲烷总烃小于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中表 2 中无组织排放监控浓度限值(4.0mg/m^3)。

2)　环境空气影响评价和环保措施

本工程施工期主要是施工扬尘、施工机械尾气排放以及动力机械的柴油机烟气等对环境空气的影响。运行期主要是站场无组织排放非甲烷总烃，清管作业、分离器检修、超压放空等非正产工况排放的废气，对周边环境空气影响较小。

本工程施工期尽量缩短施工工期，减少作业面积，采取施工现场加设

围挡等封闭式作业环境；施工现场及道路适时洒水抑尘；避免不利气候条件施工；强化施工管理，建筑施工材料堆放应定点定位，采取采取洒水抑尘、加盖篷布等防尘、抑尘措施，散料堆场应采用水喷淋法防尘；施工场地控制车辆行驶速度，采取密闭或者遮盖措施；隧道穿越施工时采取湿式抑尘、降尘措施；运行期加强站场环境管理，站内清管作业、分离器检修及超压放空采用立管排向高处以利于废气扩散。

16.1.9　声环境影响评价结论

1)　声环境质量现状

本次评价在各站场及周围近距离村庄布设声环境监测点。

根据现状监测结果，本工程各新建站场周边村庄声环境质量现状均满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)1类区标准要求。合建站场厂界噪声监测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2类区标准要求。

2)　影响预测及拟采取的保护措施

本工程声环境影响主要为施工机械噪声、运行期站场设备运行噪声和非正常工况下放空噪声。根据噪声预测结果，各新建站场及合建站场厂界噪声预测值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)2类区标准要求，各站场周围村庄噪声预测值均能满足《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的1类区标准。

噪声防治措施为：施工期选用低噪声施工机械，对必要高噪声设备加装消声器、隔声罩等措施；合理安排施工时间，夜间尽量不作业，需要夜间施工时须取得当地主管部门许可，并提前告知附近居民；施工期对近距离居民声环境进行监测，发现超标及时采取降噪措施；站场设备选型尽可能选择低噪声设备；针对各压气站的压缩机组、空压机和空冷器等设备采取隔声、吸声、减震等综合降噪措施。鉴于放空噪声具有突发性且声级大，除异常超压放空外，应有控制的尽量安排在白天进行。

16.1.10　环境风险评价结论

本工程气源为低含硫天然气，主要影响为火灾或爆炸等伴生一氧化碳对周围居民点的影响。

本工程环境风险事故预测选择管存气体量最大管道控制节点单元(13#

阀室-14#阀室)和沿线各省每公里人口数最多的管段管线全部断裂后120秒内关断(阀门自动关闭时间)分别进行分析，通过《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169—2018)中推荐的模型计算得出，大盛站-14#阀室管线持续泄漏，火灾伴生一氧化碳最大瞬时生成速度约 3.1033×10^{4}kg/s。根据预测结果，甲烷和一氧化碳在最不利气象条件(风速为1.5m/s、温度为25摄氏度、大气稳定度为F)下未出现毒性终点浓度-1和毒性终点浓度-2。甲烷大气毒性终点浓度1和大气毒性终点浓度2分别为380mg/m^3、95mg/m^3。

主要风险防范措施为：管道外防腐层采用环氧粉末聚乙烯复合结构(3LPE)，在穿越环境敏感区段及临近人口密集区，采取提高设计系数、增加管道壁厚的措施；提高自动化运行水平，对全线采用监控与数据采集系统(SCADA)、监控阀室设置远程终端装置(RTU)、站场设置站控系统(SCS)，站场进出口设置紧急截断系统(ESD)，确保事故状态自动紧急截断；站场和阀室装置区等处设置防爆可燃气体检测仪，配备有可燃气体报警控制器；做好设备和管线防雷、防静电接地，在存在火灾爆炸危险的场所按要求配置消防设施。定期进行管道壁厚和内腐蚀检测，提高环境敏感区和居民集中区域的巡线频次。

根据本工程环境风险预测结果，发生天然气泄漏事故后，不会出现甲烷的毒性终点浓度范围；天然气泄漏后，在发生火灾次生污染的情况下，不会出现CO毒性终点浓度范围。建设单位将采用优化路由、拆迁等措施使变更段管道在变更后管道两侧的居民户数不增加，同时建设单位将与其他管段一样制定严格的风险防范措施、疏散措施和应急预案，并定期进行演练，以减小事故发生后对人群生命安全的影响。

针对近距离居民聚集区管段及环境敏感区管段提出如下措施：设计阶段尽量提高设计系数，尽量增加管道壁厚；施工期在该段管道沿线按规范设置管道标识物；运行期加大该段线路的巡线频率，加大对周边近距离的村庄居民的宣传教育力度，向村民告知高压长输天然气管道可能存在的风险及保护、应对措施，以形成有效的企地联动保护机制，共建平安管道；投运后及时向所在地相关政府主管部门进行沟通，告知本工程管道的具体位置等措施。

针对各种环境风险事故提出应急预案编制要求，明确企业应急预案应

与相关部门预案衔接，并向生态环境部门备案。针对管道泄漏及火灾提出了应急监测计划，明确环境空气监测项目、监测点位和监测频次。

16.1.11 综合评价结论

该工程符合国家产业政策和国家发展综合交通运输政策和规划，该工程的建设，对构筑全国性的油气战略通道，实现全国性输气管网气源多元化、输气网络化、供气稳定化、管理自动化，保障江西、福建地区天然气用户安全供气，具有重要意义。同时对促进当地经济发展，大幅降低了能耗和油气损失具有重大意义，属清洁生产项目。

工程在建设中，不可避免地会对周围的环境产生一定的不利影响，同时在运行过程种还存在一定的风险性，但其影响和风险是可以接受的。只要加强管理，认真落实可行性研究报告和本报告中提出的各项污染防治措施、事故预防措施以及生态环境保护和恢复措施，就可以使本工程对环境造成的不利影响降到最低限度，使工程开发活动与环境保护协调发展。

管线路由得到当地各级主管部门的支持；工程站场各类污染物基本可做到达标排放。在落实各项环保措施、生态恢复措施、风险防范措施和事故应急措施后，本工程从环境保护角度考虑是可行的。

16.2 建议

1） 施工期间，应合理组织安排工序，严格控制施工作业带宽度。

2） 倡导文明施工，保护好周边植被，尽最大可能防止产生新的水土流失，无法避免的必须在完工时及时恢复植被。

3） 管道施工、运行过程中在沿线采用户外广告、招贴画、广播等形式，大力宣传《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，使沿线群众熟悉和了解管道保护的意义和方法，广泛宣传国家和地方相关法律法规。

4） 对于本工程涉及的各类环境敏感目标，应采用合理的保护措施。